

## Экспертные системы

Работы по созданию **Экспертных систем (ЭС)** - первая попытка практического применения результатов в области **Искусственного интеллекта (ИИ)**.

История: «романтический период» ИИ → серьезные научные исследования → практические задачи.

**Экспертная система (ЭС)** – вычислительная система, в которой представлены знания специалистов в некоторой конкретной узко-специализированной предметной области и которая в рамках этой области способна принимать решения (решать задачи) на уровне эксперта-профессионала.

### Основные особенности ЭС:

- ориентированы на решение практических задач в трудноформализуемых узких предметных областях,
- результаты работы сравнимы с результатами человека-эксперта,
- «прозрачность» решения,
- открытая совокупность знаний.

Одна из первых задач - задача **Диагностики** (выявление причин неправильного функционирования системы).

Одна из первых ЭС для задачи **медицинской диагностики**: **MYCIN** (диагностика бактериальных инфекций).

Одна из первых ЭС в **Геологии**: **PROSPECTOR** - оценка потенциальной рудоносности района

Что может делать СИСТЕМА **PROSPECTOR**:

- Беседует с пользователем (экспертом-геологом), употребляя знакомые ему термины.
- Позволяет пользователю вводить любую информацию о районе в любой момент диалога; учитывает при этом степень уверенности пользователя в достоверности сообщаемых им фактов.
- Выбирает гипотезу о рудных залежах в районе и затем задает пользователю вопросы с целью либо доказать, либо опровергнуть ее.
- Перефразирует вопросы, когда пользователь указывает, что они ему непонятны.
- Может сообщить пользователю, почему ей нужен ответ на конкретный вопрос.
- Отбрасывает свои гипотезы и выбирает новые на основании ответов пользователя на свои вопросы.
- Ищет противоречия в ответах пользователя, указывает их и позволяет пользователю изменять и старые, и новые ответы с целью добиться непротиворечивости.
- Предлагает свои заключения вместе со сводкой соображений, на основании которых она пришла к этим заключениям.

ФРАГМЕНТ ПРОТОКОЛА ДИАЛОГА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С СИСТЕМОЙ **PROSPECTOR**.

01.П: *присутствуют дайки* (запоминает ЭС: дайки, достоверность = 5)

02.П: *присутствуют меловые диориты* (запоминает ЭС: меловые диориты, достоверность = 5)

03.П: *возможно, есть сиенодиорит* (запоминает ЭС: сиенодиорит/монцонит, достоверность = 3)

04.П: *может быть некоторое количество кварцевого монцонита* (запоминает ЭС: кварцевый монцонит, достоверность = 3)

...

77:ЭС: на шкале от -5 до +5 уверенность, что имеется месторождение медно-порфировых руд типа А (МПРА), равна 1.683.

Основные заключения в пользу гипотезы:

- Соответствующее геологическое строение региона (достоверность = 3.576).
- Соответствующее петро-тектоническое окружение (достоверность = 3.333).
- Соответствующая интрузивная структура для МПРА (достоверность = 1.683).

Основные наблюдения, поддерживающие гипотезу:

- В исследуемом регионе есть система гранитных интрузий (достоверность = 5.0).
- Наблюдаются измененные породы (достоверность = 5.0)

...

Существует еще много других наблюдений в пользу гипотезы. Хотите рассмотреть еще какие-нибудь?

П: *нет*

Типичные задачи, решаемые с помощью ЭС:

**Интерпретация** - описание ситуации по информации, поступающей от датчиков.

SPE - определение концентрации гамма-глобулина в крови.

**Прогноз** - определение вероятных последствий заданных ситуаций.

PLANT/cd - определения потерь урожая от черной совки.

**Планирование** - определение последовательности действий.

TATR - планирование авиаударов по аэродромам противника.

**Диагностика** - выявление причин неправильного функционирования системы.

MYCIN - диагностика бактериальных инфекций.

**Отладка** - составление рецептов исправления неправильного функционирования системы.

ONCOCIN - планирования химиотерапевтического лечения.

**Ремонт** - выполнение последовательности предписанных исправлений.

TQMSTONE - настройка масс-спектрометра.

**Проектирование** - построение конфигурации объектов при заданных ограничениях.

XCON (R1) - выбор оптимальной конфигурации аппаратных средств (VAX).

**Наблюдение** - сравнение результатов наблюдения с ожидаемыми результатами.

VM - наблюдение за состоянием больного в палате интенсивной терапии.

**Обучение** - диагностика, отладка и ремонт поведения обучаемого.

GUIDON - обучение студентов-медиков (антибактериальная терапия).

**Управление** - управление поведением системы как целого.

VM

Сферы применения ЭС:

**ХИМИЯ:** DENDRAL (интерпр.) - определение структурной формулы хим.в-ва

**МЕДИЦИНА:** VM, MYCIN (см.выше)

**ВОЕННОЕ ДЕЛО:** TATR (см.выше), I&W (прогнозир.) - прогнозирование вооруженных конфликтов

**ЭЛЕКТРОНИКА:** EURISKO (проектир.) - проектирование СБИС

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ:** XCON (см.выше), PTRANS (планир.&прогнозир.) - маркетинг в DEC

**ТЕХНИКА:** REACTOR (наблюден.) - в составе системы управления ядерным реактором

**ГЕОЛОГИЯ:** PROSPECTOR (интерпр.) - оценка потенциальной рудоносности района

Основные компоненты ЭС (архитектура ЭС):

- **решатель** / машина вывода (решение задач пользователя),
- **база знаний** (хранение знаний, необходимых для решения задач),
- **подсистема объяснений** (объяснение того, как получено решение),
- **пользовательский интерфейс**,
- **подсистема приобретения знаний**,
- **интерфейс администратора** / инженера знаний.

Решатель ЭС:

Вызов процедур (модулей / правил) по образцу → гибкая схема взаимодействия (управления)

Продукция – правило вида:  $p: \alpha \rightarrow \beta$  (где:  $p$  – предусловие,  $\alpha$  - антецедент,  $\beta$  - консеквент).

**Основной цикл работы решателя:**

- выборка (правил-кандидатов)
- сопоставление / означивание
- разрешение конфликтов
- выполнение / действия
- переход на НАЧАЛО

Экспертные системы Реального времени

Способность «быстро работать» - лишь одно из требований к ЭС РВ.

Основные свойства ЭС РВ:

1. **Немонотонность.** В процессе функционирования происходит обновление данных. Необходимы специальные механизмы поддержания истинности (удаление старых данных вместе со сделанными на их основе выводами, учет новых данных).
2. **Рассуждения с учетом времени** (способность рассуждать о прошлых, текущих и будущих событиях, планировать поведение с учетом времени).
3. **Реактивность по отношению к асинхронным событиям** (происходящим в среде).
4. **Концентрация внимания.** Учет того, что события имеют разную значимость для ЭС РВ, умение выделять наиболее важные цели и отбирать необходимые для их достижения ресурсы.
5. **Внешний интерфейс.** ЭС РВ должна уметь собирать информацию, поступающую от различных сенсоров, по различным каналам связи, а также передавать данные по каналам связи (в том числе и для различных исполнительных механизмов).
6. **Ненадежность и неполнота данных.** Наличие ненадежных и неполных данных типично для областей применения ЭС РВ, необходимы механизмы для работы в таких условиях.
7. **Интеграция с традиционным программным обеспечением** (сжатие данных, обработка сигналов, специальный ввод-вывод и др.).
8. **Высокая скорость работы.** Для многих приложений важна высокая скорость реакции на события, важно также, чтобы ЭС РВ имела гарантированное время ответа (т.е., было известно, что обработка любого события потребует времени в определенных фиксированных границах).

**Основной цикл работы решателя:**

- ввод в базу фактов всех сообщений, полученных к данному моменту из внешних источников, посылка необходимых сообщений внешним адресатам (**фаза коммуникации**)
- ввод в базу фактов «отложенных» фактов, время наступления которых уже «пришло»
- выборка (правил-кандидатов)
- сопоставление / означивание
- разрешение конфликтов (если правил с удовлетворенными условиями нет, СТОП), переход в специальный режим «ожидание», нарушить который может некоторое событие (внешнее сообщение, сообщение от таймера)
- выполнение / действия
- переход на НАЧАЛО