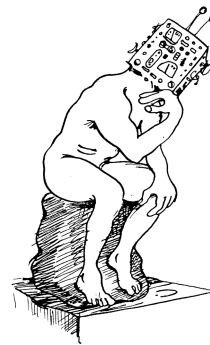


# ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Лекция 5. Экспертные системы  
Продолжение



# СЕМИОТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Классические задачи управления. В их фундаменте лежит тезис о том, что нам известны:

- назначение объекта управления;
- критерии управления;
- всевозможные ограничения.

Кроме того, предполагалось наличие:

- адекватности реакции объекта на управляющие воздействия;
- массовости применяемых принципов управления.

В этом смысле классическая ТУ является весьма строгой, формальной дисциплиной, которую уже не волнуют проблемы семантики рассматриваемых систем и моделей.

Однако существуют объекты, для которых не существует критерия управления или для которых невозможно сформулировать ограничения.

Это касается прежде всего сложных и сверхсложных объектов – социально-экономических образований, экологических систем, сложных технологических процессов и т.п. (например, такие объекты управления, как предприятие или город). Вследствие этого возникает необходимость создания моделей объектов управления совершенно иного типа.

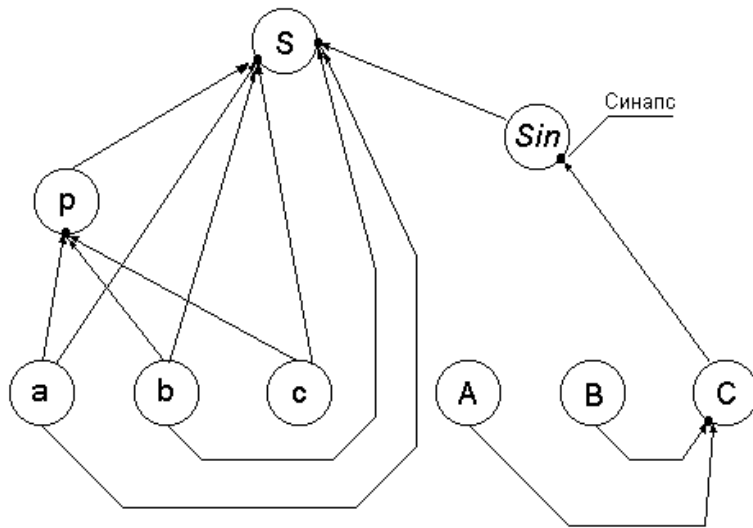
# Семиотика

- Семиотика - наука о знаках. Знаки - это объекты, обладающие тремя качествами: **синтаксисом, семантикой и прагматикой**. Семиотическая модель объединяет в себе все эти три качества. В основе семиотической модели лежит представление знаний.
- Знания делятся на две категории: **процедуральные и декларативные**.
- Классические СУ используют в основном и прежде всего процедуральные модели (как и что необходимо делать, т.е. описывающие процедуру вычисления). Семиотическая модель, *помимо* этого, описывает и *взаимосвязи* между составляющими модель объектами.
- Для описания знаний существуют три основных вида языков:
  - предикатные (исчисление предикатов; процедуральные знания; поиск логического вывода);
  - реляционные (семантические сети);
  - фреймовые (если не рассматривать фрейм как частный случай семантической сети или наоборот).
- Полная семиотическая модель обычно является в этом смысле **синтетической**, т.е. вбирающей в себя все эти виды языков описания.
- Обычно в качестве формы представления семиотической модели используются семантические **сети**, узлы которой описывают объекты-понятия, а дуги – связи (отношения) между ними.

# Задача о треугольнике

Вычисление площади треугольника. Для этого можно воспользоваться формулой  $S = (1/2)ab \sin(c)$ , либо формулой Герона

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$



Каждая вершина соответствует некоторому понятию

- У каждой вершины может быть множество синапсов и множество выходов.
- По дугам графа распространяются сигналы. Вершина переходит в возбужденное состояние, если возбуждается какой-либо из ее синапсов
- Активизация вершины приводит к запуску соответствующей (ассоциированной с ней) процедуры. Эта процедура (процедуральный аспект представления знаний) позволяет вычислить полупериметр, площадь, синус угла и т.д.

# ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

# ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

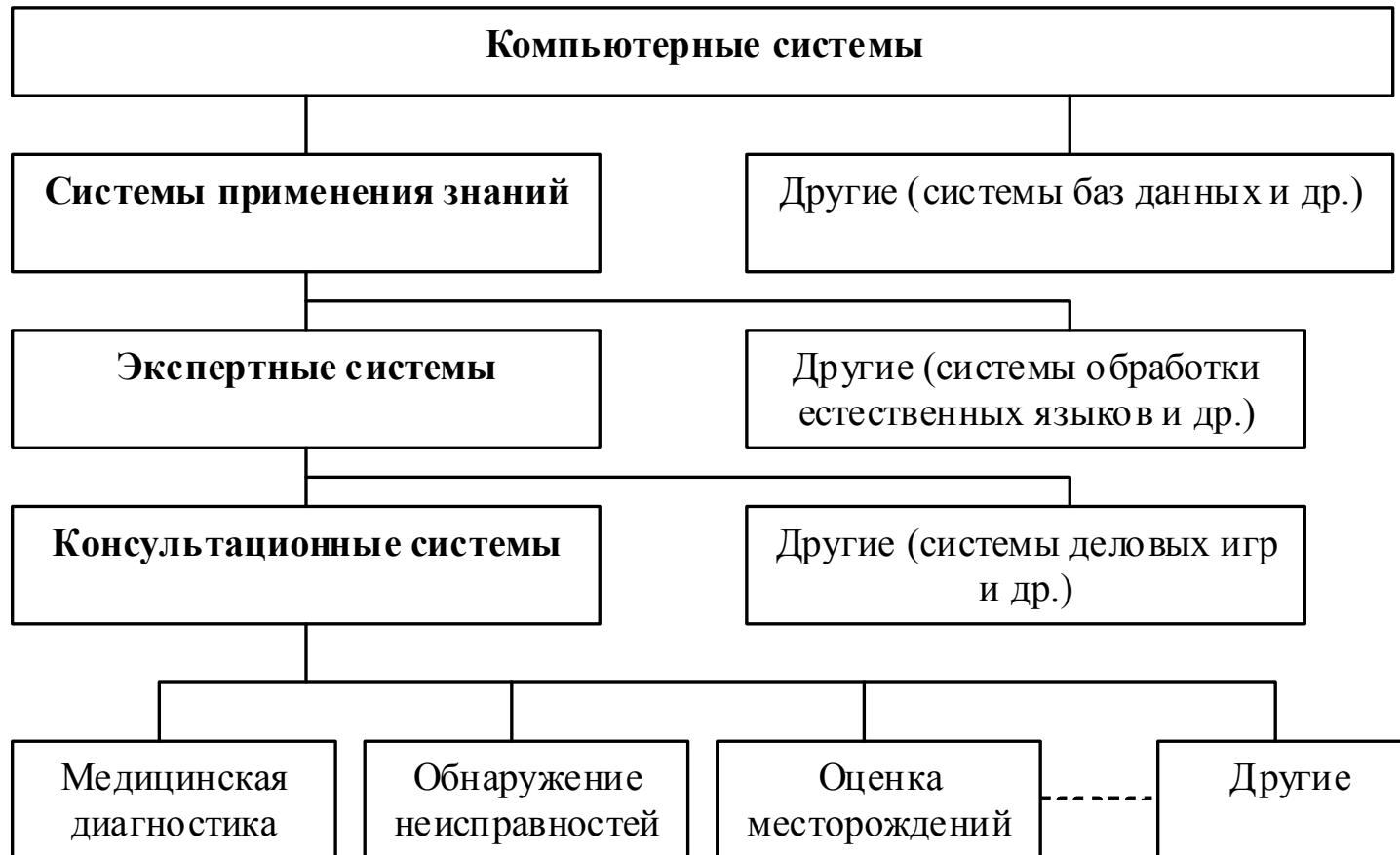
Исторически считалось, что ЭС (или ИЗ в целом) - это одно из направлений ИИ.

ЭС:

- *Система ИИ, созданная для решения задач в конкретной проблемной области.*
- *Программное воплощение специфических знаний и представлений человека-эксперта.*

# Место ЭС в компьютерных системах

- ЭС - это разновидность систем, основанных на знаниях



# Еще раз об определениях

- ЭС – это программа, в которую заложены теоретические и практические знания высококвалифицированных специалистов в некоторой конкретной проблемной области и которая способна давать рекомендации по проблемам в этой области с высокой степенью надежности на уровне этих специалистов.
- ЭС – это формализованное представление знаний о некоторой предметной области, реализованное в виде программно-аппаратного комплекса и опосредованное через некоторый набор математических и методологических процедур.
- *Под ЭС понимается система, объединяющая возможности компьютера со знанием и опытом эксперта в такой форме, что система может предложить разумный совет или осуществить разумное решение поставленной задачи. Дополнительно желаемой характеристикой такой системы, которая многими рассматривается как основная, является способность системы пояснять, по требованию, ход своих рассуждений в понятной для спрашивающего форме.*

Примечание: ЭС - это не система ИИ. ЭС может включать в себя методы ИИ, не более того.

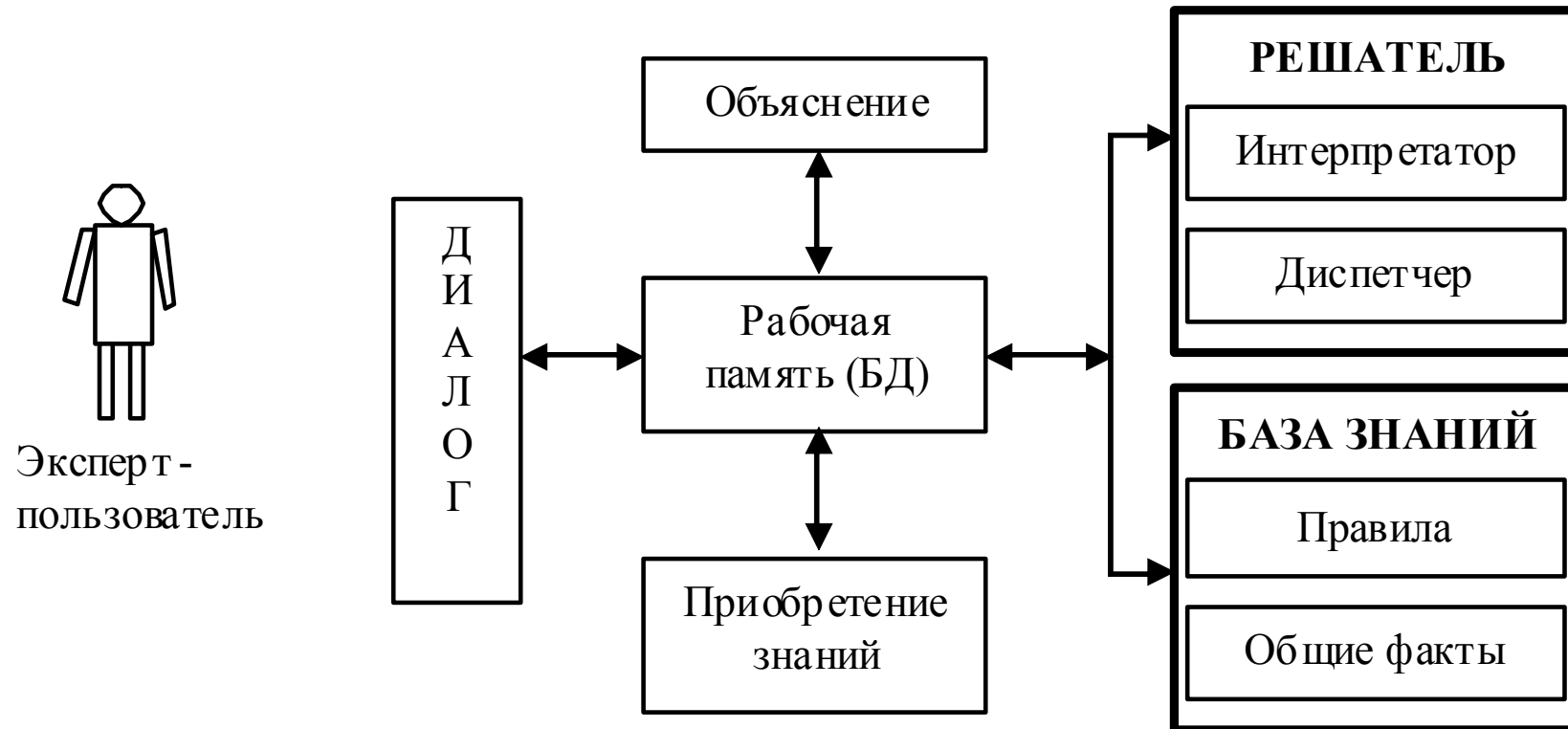


# Отличие ЭС от «традиционных» систем

ЭС не отвергают и не заменяют традиционного подхода к программированию. Они отличаются от традиционных программ тем, что ориентированы на решение неформализованных задач и обладают следующими особенностями:

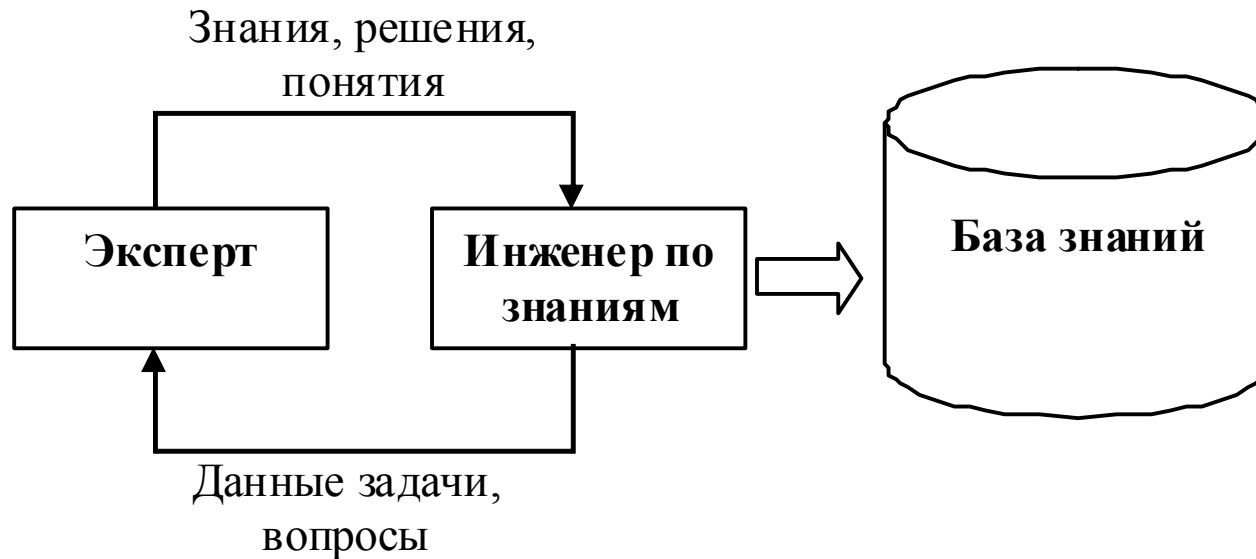
- алгоритм решения неизвестен заранее, а строится самой ЭС с помощью символических рассуждений, базирующихся на эвристических приемах;
- ясность полученных решений, т.е. система "осознает" в терминах пользователя, как она получила решение;
- способность анализа и объяснения своих действий и знаний;
- способность приобретения новых знаний от пользователя-эксперта, не знающего программирования, и применения в соответствии с ними своего поведения;
- обеспечение "дружественного", как правило, естественно - языкового (ЕЯ) интерфейса с пользователем.

# СТРУКТУРА И РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ



# ПРИОБРЕТЕНИЕ ЗНАНИЙ

- Взаимодействие инженера по знаниям с экспертом



## Некоторые приемы по извлечению знаний из эксперта

Приемы	Описание
1. Наблюдение	Инженер наблюдает (не вмешиваясь) за тем, как эксперт решает реальную задачу
2. Обсуждение задачи	Инженер на представительном множестве задач неформально обсуждает с экспертом данные, знания и процедуры решения
3. Описание задачи	Эксперт описывает типичные задачи для основных типов ответов
4. Анализ задачи	Эксперт решает “вслух” реальные задачи, детализируя ход рассуждений
5. Проверка системы (прототипа)	Эксперт предлагает инженеру перечень задач для решения (от простых до сложных), которые (с использованием приобретенных знаний) перед решением системы инженер решает вручную
6. Исследование системы	Эксперт исследует и критикует правила и механизмы вывода системы
7. Оценка системы	Инженер предлагает другим экспертам оценить решения разработанной системы (прототипа) и решения эксперта, наполнившего систему

# Временные затраты

Для создания экспертной системы требуется от 5 до 10 человеко-лет (для несложной задачи).

- Умеренно трудная (2-4 человека) - 2-7 человеко-лет (0.5-1.5 года при 2-4 разработчиках);
- Трудная (3-5 человек) - 5-15 человеко-лет (1-3 года при 3-5 разработчиках);
- Очень трудная (4-6 человек) - 12-30 человеко-лет (3-5 лет при 4-6 разработчиках).

Проект, в котором участвуют меньше 2 человек, работающих полный день, с трудом набирает и поддерживает нужный темп разработки. Если в проекте участвуют больше 6 сотрудников (с полным рабочим днем), то трудно координировать работу, возникают простои.

Типичный проект по разработке ЭС для "несложной" проблемной области:

- Трудоемкость: 6 человеко-лет,
- Время создания: 2 года

Штат	Занятость (доля раб. времени)
Старший инженер знаний	0.25
Младший инженер знаний	1.00
Системный программист	1.00
Эксперт	0.75

Итого: специалистов с полным рабочим днем - 3 человека

## Фазы разработки или стадии существования ЭС

Бригада разработчиков: один-два инженера по знаниям, один-два программиста в области ИИ и один эксперт.

№	Наименование стадий	Характер стадий	Время работ на стадии	Мощность базы знаний
1	Демонстрационный прототип	демонстрация жизнеспособности основной идеи и алгоритма	1-2 месяца	50-100 правил.
2	Исследовательский прототип	решение всех задач предметной области, но недостаточен ее - вычислительный эффект	3-6 месяцев	200-500 правил
3	Действующий прототип	Надежное решение всей задачи, но для решения сложных задач может потребоваться чрезмерно много времени и/или памяти	6-12 месяцев	500-10000 правил
4	Промышленная система	всестороннее тестирование на реальных задачах, переписывание системы с помощью эффективных инструментальных средств	1-1.5 года	80-1000 правил
5	Коммерческая система	составление подробной документации (5-25 томов)	1-1.5 года	>>1000 правил
Стоимость создания экспертной системы до 1-1.5 млн. долларов				

### Примечания:

- на стадии 2 заботимся только о том, чтобы задача решалась в принципе, а не сколько времени тратится на решение.
- на стадии 3 переписывание обязательно, с целью ускорения работы ЭС (выбирается наиболее эффективный язык при решении в этой области).