

Интеллектуальные информационные системы

Лекция 4

# Экспертные системы



# Назначение экспертных систем

- Решение достаточно трудных для экспертов задач на основе накапливаемой базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой проблемной области.

# Достоинство применения экспертных систем

- Возможность принятия решений в уникальных ситуациях, для которых алгоритм заранее не известен и формируется по исходным данным в виде цепочки рассуждений (правил принятия решений) из базы знаний.
- Решение задач предполагается осуществлять в условиях неполноты, недостоверности, многозначности исходной информации и качественных процессов оценок

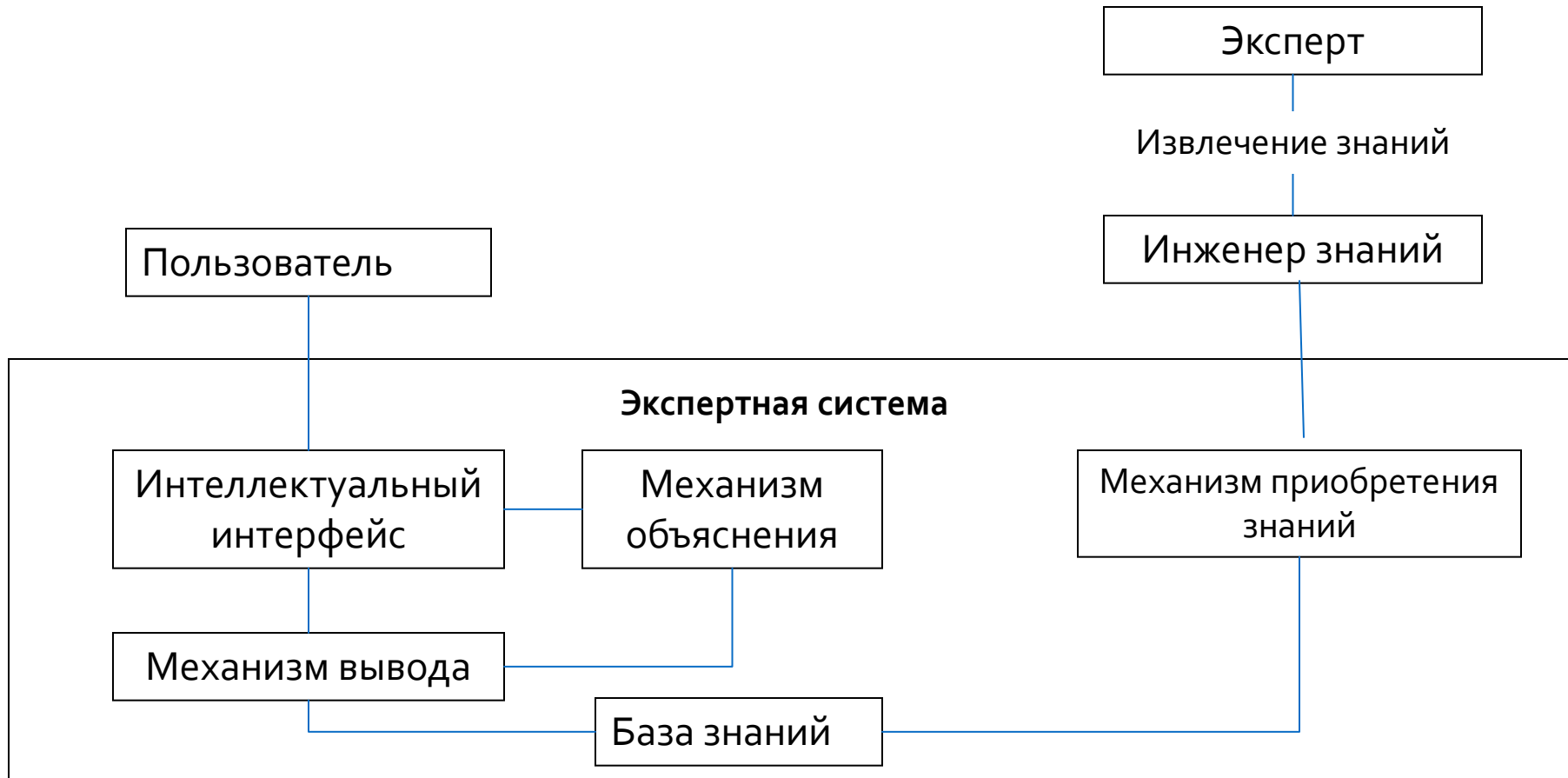
**Экспертная система является инструментом, усиливающим интеллектуальные способности эксперта, может выполнять следующие роли:**

- 1. Консультанта** для неопытных или непрофессиональных пользователей;
- 2. Ассистента** в связи с необходимостью анализа экспертом различных вариантов принятия решений;
- 3. Партнера эксперта** по вопросам, относящимся к источникам данных из смежных областей деятельности

# Архитектура экспертной системы

- **База знаний** (хранилище единиц знаний) – центральный компонент системы
- **Программный инструмент доступа и обработки знаний**, состоящий из механизмов вывода заключений (решения), приобретения знаний, объяснения получаемых результатов и интеллектуального интерфейса

# Архитектура экспертной системы



# База знаний

- **совокупность единиц знаний**, которые представляют собой формализованное с помощью некоторого метода представления знаний отражение объектов проблемной области и их взаимосвязей, действий над объектами и возможных неопределенностей, с которыми эти действия осуществляются.



# Методы представления знаний:

- Правила
- Объекты (фреймы)
- Комбинация правил и объектов

# Правила

**Если <условие> То <заключение> CF  
(Фактор определенности) <значение>**

В качестве факторов определенности (CF) выступают либо условные вероятности байесовского подхода (от 0 до 1), либо коэффициенты уверенности нечеткой логики (от 0 до 100)

# Примеры правил:

**Правило 1:** Если Коэффициент рентабельности  $> 0.2$  То Рентабельность = "удовл." CF 100

**Правило 2:** Если Задолженность = "нет" и Рентабельность = "удовл." То Финансовое\_сост. = "удовл." CF 80

**Правило 3:** Если Финансовое\_сост. = "удовл." и Репутация="удовл." То Надежность предприятия = "удовл." CF 90

# Объекты

- представляют собой совокупность атрибутов, описывающих свойства и отношения с другими объектами. В отличие от записей БД каждый объект имеет уникальное имя. Часть атрибутов отражают типизированные отношения, такие как “род - вид” (super-class - sub-class), “целое - часть” и др. Вместо конкретных значений атрибутов объектов могут задаваться значения по умолчанию (указатель наследования атрибутов устанавливается в  $S$ ), присущие целым классам объектов, или присоединенные процедуры (process).

# Пример описания объектов

ПРЕДПРИЯТИЕ ОТРАСЛИ#1

Имя слота	Указатель наследования	Тип	Значение
Super-class	U	FRAME	ROOT
Sub-class	U	FRAME	Предприятие
Код предприятия	U	String	101
Код отрасли	U	String	123
Отраслевой коэфф. рент.	U	Real	20

ПРЕПРИЯТИЕ#1

Имя слота	Указатель наследования	Тип	Значение
Super-class	S	FRAME	Предприятие отрасли
Sub-class	-	-	-
Код предприятия	S	String	101
Код отрасли	S	String	123
Отраслевой коэфф. рент.	S	Real	20
Козфф. рент.		Real	25
Задолженность		String	Нет
Репутация		String	Удовл
Фин_состояние		Process	Fin_sost
Надежность		Process	Nad

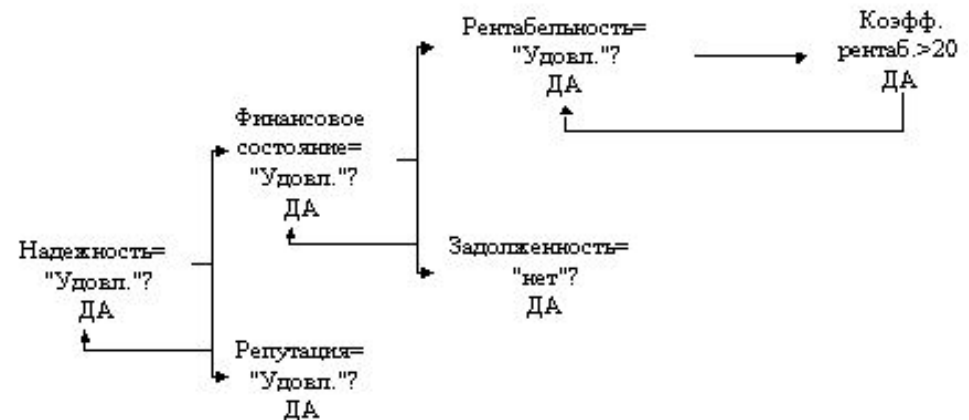
- В основе использования любого механизма вывода лежит ***процесс нахождения*** в соответствии с поставленной целью и описанием конкретной ситуации (исходных данных) ***относящихся к решению единиц знаний*** (правил, объектов, прецедентов и т.д.) и ***связыванию их*** при необходимости в ***цепочку рассуждений, приводящую к определенному результату.***

Для представления знаний в форме правил это может быть прямая (Рисунок 1) или обратная (Рисунок 2) цепочка рассуждений.

Рисунок 1  
Прямая цепочка рассуждений



Рисунок 2  
Обратная цепочка рассуждений



# Механизм объяснения

В процессе или по результатам решения задачи пользователь может запросить объяснение или обоснование хода решения. С этой целью ЭС должна предоставить соответствующий механизм объяснения. Объяснительные способности ЭС определяются возможностью механизма вывода запоминать путь решения задачи. Тогда на вопросы пользователя "Как?" и "Почему?" получено решение или запрошены те или иные данные система всегда может выдать цепочку рассуждений до требуемой контрольной точки, сопровождая выдачу объяснения заранее подготовленными комментариями. В случае отсутствия решения задач объяснение должно выдаваться пользователю автоматически. Полезно иметь возможность и гипотетического объяснения решения задачи, когда система отвечает на вопросы, что будет в том или ином случае.



Однако не всегда пользователя может интересовать полный вывод решения, содержащий множество ненужных деталей. В этом случае система должна уметь выбирать из цепочки только ключевые моменты с учетом их важности и уровня знаний пользователя. Для этого в базе знаний необходимо поддерживать модель знаний и намерений пользователя. Если же пользователь продолжает не понимать полученный ответ, то система должна быть способна в диалоге на основе поддерживаемой модели проблемных знаний обучать пользователя тем или иным фрагментам знаний, т.е. раскрывать более подробно отдельные понятия и зависимости, если даже эти детали непосредственно в выводе не использовались.

# Механизм приобретения знаний

- База знаний отражает знания экспертов (специалистов) в данной проблемной области о действиях в различных ситуациях или процессах решения характерных задач. Выявлением подобных знаний и последующим их представлением в базе знаний занимаются специалисты, называемые инженерами знаний. Для ввода знаний в базу и их последующего обновления ЭС должна обладать механизмом приобретения знаний.

# Интеллектуальный редактор

Интеллектуальный редактор позволяет вводить единицы знаний в базу и проводить их синтаксический и семантический контроль, например, на непротиворечивость, в более сложных случаях извлекать знания путем специальных сценариев интервьюирования экспертов, или из вводимых примеров реальных ситуаций, как в случае индуктивного вывода, или из текстов, или из опыта работы самой интеллектуальной системы.

# Классификация экспертных систем

По степени сложности решаемых задач экспертные системы можно классифицировать следующим образом:

По способу формирования решения экспертные системы разделяются на два класса:

1. **Аналитические** системы предполагают выбор решений из множества известных альтернатив (определение характеристик объектов).
2. **Синтетические** системы производят генерацию неизвестных решений (формирование объектов).

# По способу учета временного признака

экспертные системы делятся на два класса:

1. **Статические** системы решают задачи при неизменяемых в процессе решения данных и знаниях, динамические системы допускают такие изменения. Статические системы осуществляют монотонное непрерываемое решение задачи от ввода исходных данных до конечного результата.
2. **Динамические** системы предусматривают возможность пересмотра в процессе решения полученных ранее результатов и данных.

# По видам используемых данных и знаний

экспертные системы классифицируются на системы с **детерминированными** (четко определенными) знаниями и **неопределенными** знаниями. Под неопределенностью знаний (данных) понимается их неполнота (отсутствие), недостоверность (неточность измерения), двусмысленность (многозначность понятий), нечеткость (качественная оценка вместо количественной).

# По числу используемых источников знаний

экспертные системы могут быть построены с использованием **одного** или **множества** источников знаний. Источники знаний могут быть альтернативными (множество миров) или дополняющими друг друга (кооперирующими).

# Классы экспертных систем

	<b>Анализ</b>	<b>Синтез</b>	
<b>Детерминированность знаний</b>	Классифицирующие	Трансформирующие	<b>Один источник знаний</b>
<b>Неопределенность знаний</b>	Доопределяющие	Многоагентные	<b>Множество источн. знаний</b>
	<b>Статика</b>	<b>Динамика</b>	



# Классифицирующие экспертные системы

К аналитическим задачам относятся задачи распознавания различных ситуаций, когда по набору заданных признаков (факторов) выявляется сущность некоторой ситуации, в зависимости от которой выбирается определенная последовательность действий. Таким образом, в соответствии с исходными условиями среди альтернативных решений находится одно, наилучшим образом удовлетворяющее поставленной цели и ограничениям.

# Классифицирующие экспертные системы

Экспертные системы, решающие задачи распознавания ситуаций, называются классифицирующими, поскольку определяют принадлежность анализируемой ситуации к некоторому классу. В качестве основного метода формирования решений используется метод логического дедуктивного вывода (от общего к частному), когда путем подстановки исходных данных в некоторую совокупность взаимосвязанных общих утверждений получается частное заключение.

# Доопределяющие экспертные системы

Более сложный тип аналитических задач представляют задачи, которые решаются на основе неопределенных исходных данных и применяемых знаний. В этом случае экспертная система должна доопределять недостающие знания, а в пространстве решений может получаться несколько возможных решений с различной вероятностью или уверенностью в необходимости их выполнения.

В качестве методов работы с неопределенностями могут использоваться байесовский вероятностный подход, коэффициенты уверенности, нечеткая логика. Доопределяющие экспертные системы могут использовать для формирования решения несколько источников знаний. В этом случае могут использоваться эвристические приемы выбора единиц знаний из их конфликтного набора, например, на основе использования приоритетов важности, или получаемой степени определенности результата, или значений функций предпочтений и т.д.

# Для аналитических задач классифицирующего и доопределяющего типов характерны следующие проблемные области:

1. **Интерпретация данных** - выбор решения из фиксированного множества альтернатив на базе введенной информации о текущей ситуации. Основное назначение - определение сущности рассматриваемой ситуации, выбор гипотез, исходя из фактов. Типичным примером является экспертная система анализа финансового состояния предприятия.
2. **Диагностика** - выявление причин, приведших к возникновению ситуации. Требуется предварительная интерпретация ситуации с последующей проверкой дополнительных фактов, например, выявление факторов снижения эффективности производства.
3. **Коррекция** - диагностика, дополненная возможностью оценки и рекомендации действий по исправлению отклонений от нормального состояния рассматриваемых ситуаций.

# Трансформирующие экспертные системы

В отличие от аналитических статических экспертных систем синтезирующие динамические экспертные системы предполагают повторяющееся преобразование знаний в процессе решения задач, что связано с характером результата, который нельзя заранее предопределить, а также с динамичностью самой проблемной области.

## В качестве методов решения задач в трансформирующих экспертных системах используются разновидности гипотетического вывода:

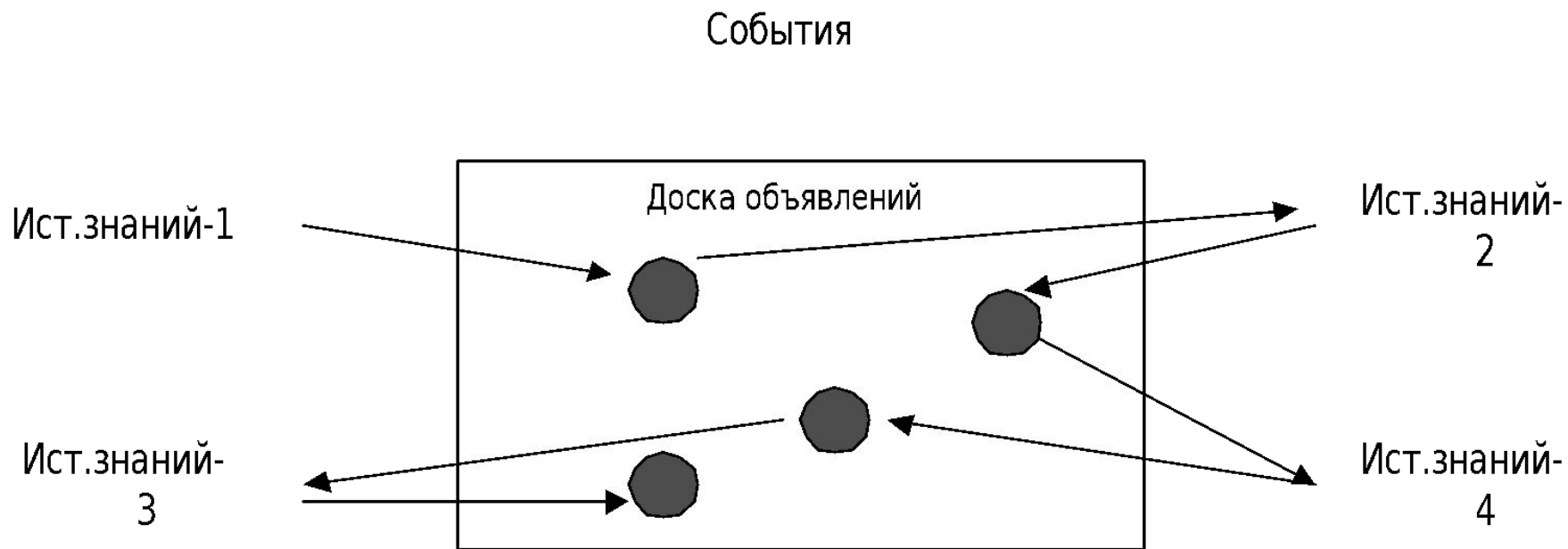
1. **генерации и тестирования**, когда по исходным данным осуществляется генерация гипотез, а затем проверка сформулированных гипотез на подтверждение поступающими фактами;
2. **предположений и умолчаний**, когда по неполным данным подбираются знания об аналогичных классах объектов, которые в дальнейшем динамически адаптируются к конкретной ситуации в зависимости от ее развития;
3. **использование общих закономерностей** (метауправления) в случае неизвестных ситуаций, позволяющих генерировать недостающее знание.

# Многоагентные системы

Для таких динамических систем характерна интеграция в базе знаний нескольких разнородных источников знаний, обменивающихся между собой получаемыми результатами на динамической основе, например, через "доску объявлений" (Рисунок 13 "Доска объявлений").



# Рисунок «Доска объявлений»



# Для многоагентных систем характерны следующие особенности:

1. Проведение альтернативных рассуждений на основе использования различных источников знаний с механизмом устранения противоречий;
2. Распределенное решение проблем, которые разбиваются на параллельно решаемые подпроблемы, соответствующие самостоятельным источникам знаний;
3. Применение множества стратегий работы механизма вывода заключений в зависимости от типа решаемой проблемы;
4. Обработка больших массивов данных, содержащихся в базе данных;
5. Использование различных математических моделей и внешних процедур, хранимых в базе моделей;
6. Способность прерывания решения задач в связи с необходимостью получения дополнительных данных и знаний от пользователей, моделей, параллельно решаемых подпроблем

# Для синтезирующих динамических экспертных систем наиболее применимы следующие проблемные области:

1. **Проектирование** - определение конфигурации объектов с точки зрения достижения заданных критериев эффективности и ограничений, например, проектирование бюджета предприятия или портфеля инвестиций.
2. **Прогнозирование** - предсказание последствий развития текущих ситуаций на основе математического и эвристического моделирования, например, прогнозирование трендов на биржевых торгах.
3. **Диспетчирование** - распределение работ во времени, составление расписаний, например, планирование графика освоения капиталовложений.
4. **Планирование** - выбор последовательности действий пользователей по достижению поставленной цели, например, планирование процессов поставки продукции.
5. **Мониторинг** - слежение за текущей ситуацией с возможной последующей коррекцией. Для этого выполняется диагностика, прогнозирование, а в случае необходимости планирование и коррекция действий пользователей, например, мониторинг сбыта готовой продукции.
6. **Управление** - мониторинг, дополненный реализацией действий в автоматических системах, например, принятие решений на биржевых торгах.