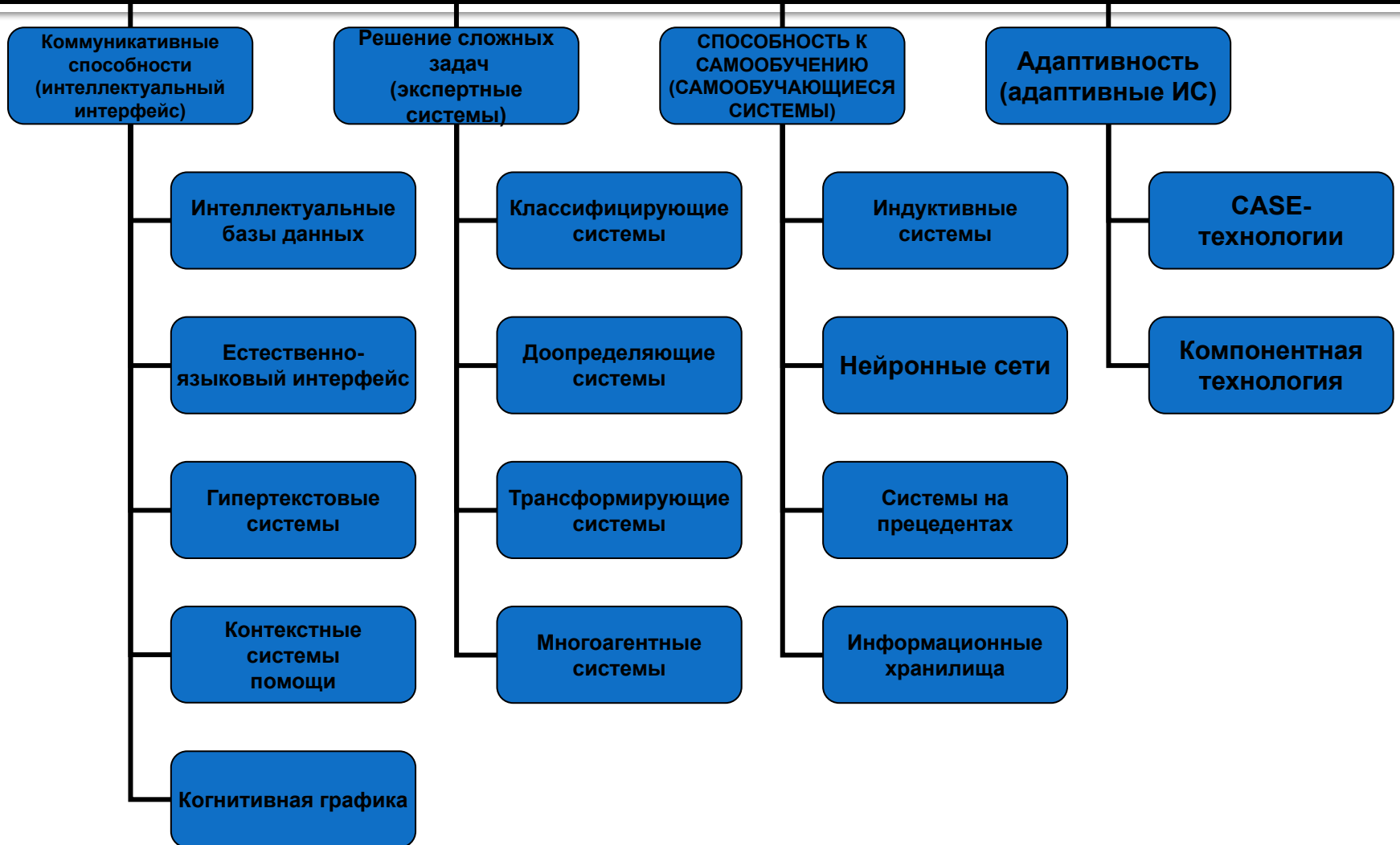


Интеллектуальные информационные системы

Лекция 4

Экспертные системы

Интеллектуальные информационные 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

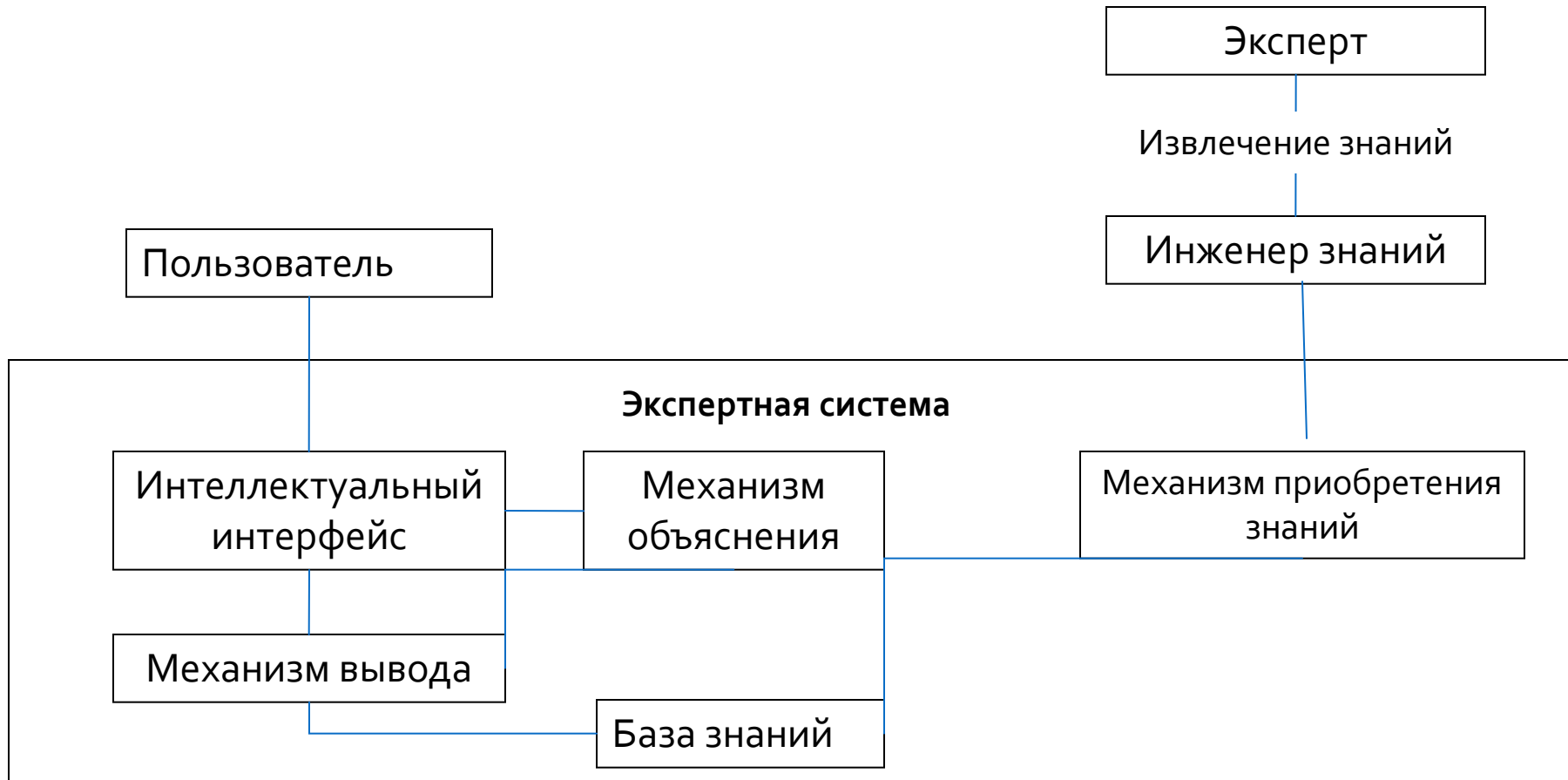
Экспертная система является инструментом, усиливающим интеллектуальные способности эксперта, может выполнять следующие роли:

- 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 <закключение> 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
Коефф. рент.		Real	25
Задолженность		String	Нет
Репутация		String	Удовл
Фин. состояние		Process	Fin_sost
Надежность		Process	Nad

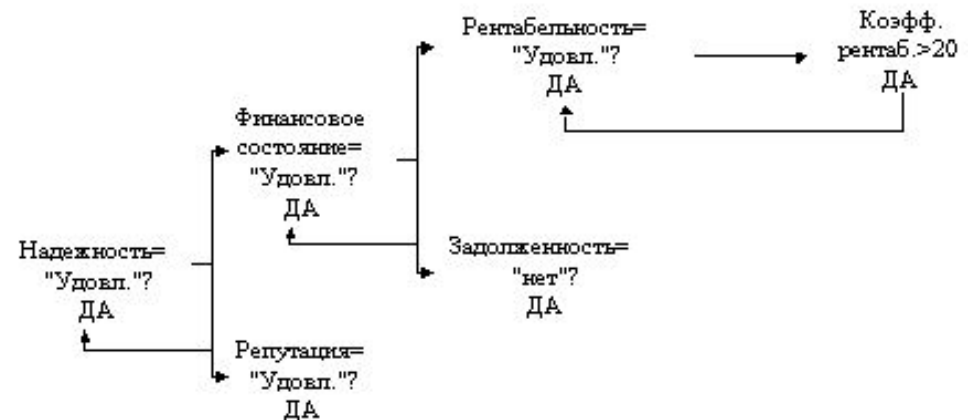
- В основе использования любого механизма вывода лежит ***процесс нахождения*** в соответствии с поставленной целью и описанием конкретной ситуации (исходных данных) ***относящихся к решению единиц знаний*** (правил, объектов, прецедентов и т.д.) и ***связыванию их*** при необходимости в ***цепочку рассуждений,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

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

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.

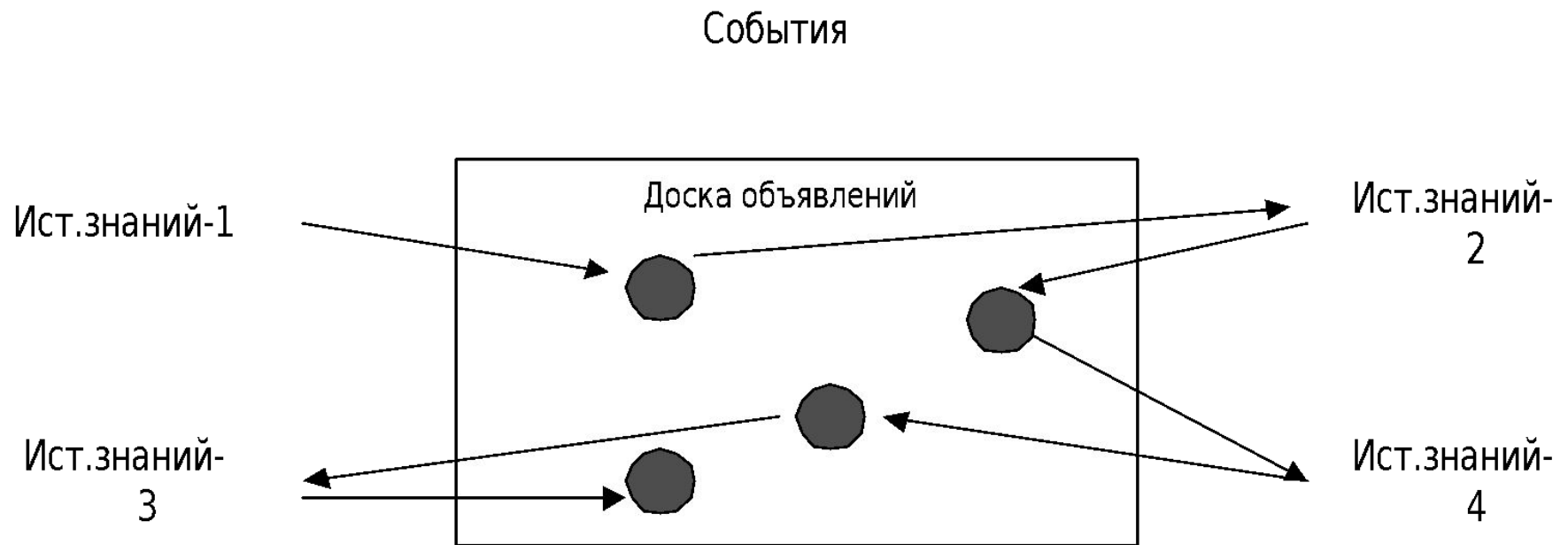
В качестве методов решения задач в трансформирующих экспертных системах используются разновидности гипотетического вывода:

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.