

Тема 4. Применение интеллектуальных ИТ для формирования решений

Искусственный Интеллект (ИИ)

- мыслительные процессы человека
- применение машин (компьютеров, роботов и т.д.).

Цели разработок в области ИИ:

- сделать машины умнее (первоначальная цель);
- понять, что такое интеллект (научная цель);
- сделать машины более полезными (предпринимательская цель).

Интеллектуальное поведение

- самообучение;
- понимание двусмысленных или противоречивых сообщений;
- быстрое и правильное реагирование на новую ситуацию;
- эффективное использование процедуры заключений (выводов) для решения проблем;
- анализ сложных ситуаций;
- Предсказание.

Применение ИИ позволяет

- строить интеллектуальный (дружественный) интерфейс в информационных системах;
- решать задачи, которые не могут быть решены обычными методами;
- значительно увеличить скорость и качество решения задач;
- решать задачи в условиях неполноты данных;
- анализировать большие объемы информации;
- понимать речь, ручное письмо и т.д.

К интеллектуальным информационным системам относятся

- экспертные системы (ЭС);
- естественно-языковые;
- понимания речи;
- управления роботами;
- распознавания образов;
- нейронные сети;
- интеллектуальные агенты;

*Системы, комбинирующие две и более из перечисленных систем называются **гибридными**.*

Искусственный интеллект

- **Искусственный интеллект** - один из разделов информатики, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного и программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными (творческими).
- Интеллектуальные системы и технологии применяются для тиражирования профессионального опыта и решения сложных научных, производственных и экономических задач.

Направления развития искусственного интеллекта

1. Представление знаний и разработка систем, основанных на знаниях.

- Связано с разработкой моделей представления знаний, созданием баз знаний, образующих ядро экспертных систем. Включает в себя модели и методы извлечения и структурирования знаний и сливается с инженерией знаний.

2. Игры и творчество.

- Включает игровые интеллектуальные задачи – шахматы, шашки, го.

Направления развития искусственного интеллекта

3. Разработка естественных языковых интерфейсов и машинный перевод.

- Используется модель анализа и синтеза языковых сообщений.

4. Распознавание образов.

- Каждому объекту ставится в соответствие матрица признаков, по которой происходит его распознавание.

5. Новые архитектуры компьютеров.

- Разработка новых аппаратных решений и архитектур, направленных на обработку символьных и логических данных. Создаются Пролог- и Лисп-машины, компьютеры V и VI поколений.

Направления развития искусственного интеллекта

6. Интеллектуальные роботы.

7. Специальное программное обеспечение.

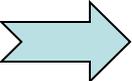
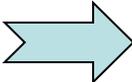
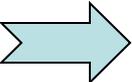
- Разрабатываются специальные языки для решения задач невычислительного характера (символьную обработку информации): Лисп, Пролог, Smalltalk, РЕФАЛ и др.

8. Обучение и самообучение.

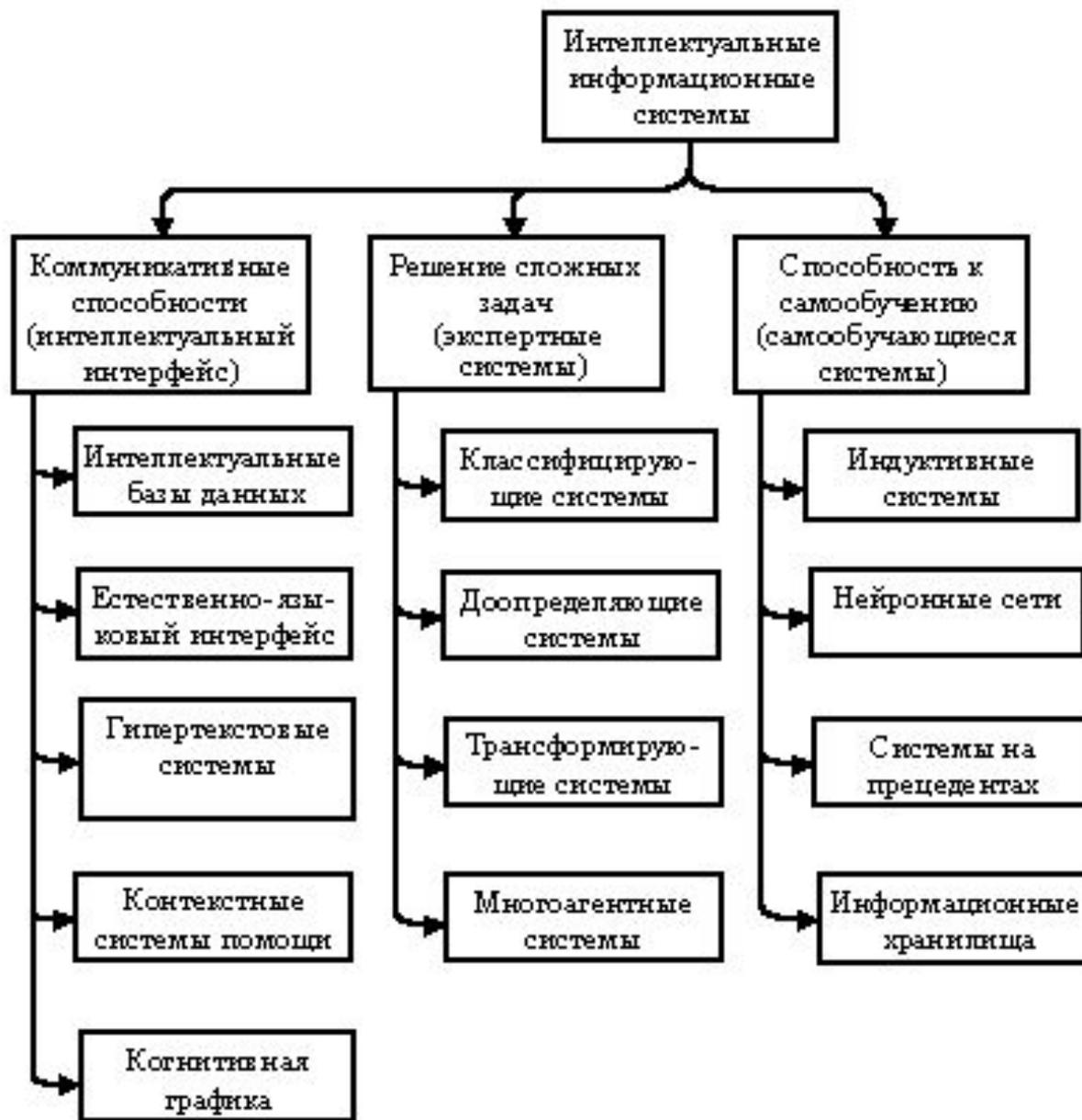
- Включает модели, методы и алгоритмы, ориентированные на автоматическое накопление знаний на основе анализа и обобщения данных. Включает обучение по примерам (индуктивное), а также традиционные подходы распознавания образов.

Классификация ИИС

Признаки классификации:

- развитые коммуникативные способности 
интеллектуальный интерфейс;
- умение решать сложные, плохо
формализуемые задачи  **экспертные
системы;**
- способность к развитию и самообучению 
самообучающиеся системы.

Классификация ИИС



Класс ИИС с интеллектуальным интерфейсом

- **Интеллектуальные БД** – отличаются от обычных возможностью выборки по запросу информации, которая может явно не храниться, а выводиться из имеющейся БД.
 - Пример: вывести список товаров, цена которой выше отраслевой.
- **Естественно-языковый интерфейс** предполагает трансляцию естественно-языковых конструкций на машинный уровень представления знаний. При этом осуществляется распознавание и проверка написанных слов по словарям и синтаксическим правилам. Данный интерфейс используется для доступа к интеллектуальным БД, голосового ввода команд в системах управления, машинного перевода с иностранных языков.
- **Гипертекстовые системы** предназначены для поиска по ключевым словам в базах текстовой информации.
- **Системы контекстной помощи** – частный случай гипертекстовых и естественно-языковых систем.
- **Системы когнитивной графики** позволяют осуществлять взаимодействие пользователя ИИС с помощью графических образов, которые генерируются в соответствии с происходящими событиями.

Естественно-языковые системы и системы распознавания речи

Области применения подобных систем:

- интеллектуальный интерфейс (в основном для баз данных);
- грамматический и смысловой анализ текста;
- составление рефератов, писем;
- перевод с одного естественного языка на другой;
- перевод с одного языка программирования на другой;
- распознавание и синтез речи компьютером.

Класс ИИС – экспертные системы

Экспертные системы являются инструментом, усиливающим интеллектуальные способности всей системы в целом, и выполняет роли:

- Консультанта для неопытных (непрофессиональных) пользователей.
- Ассистента при анализе различных вариантов принятия решения.
- Партнера эксперта по вопросам, относящимся к смежным областям деятельности.

Достоинство применения ЭС – возможность принятия решений в уникальных ситуациях, для которых алгоритм заранее не известен и формируется в виде цепочки рассуждений из базы знаний.

Класс ИИС – экспертные системы: Многоагентные системы

Многоагентные системы – динамические системы, для которых характерна интеграция баз знаний, обменивающихся между собой результатами на динамической основе, например, через «доску объявлений»

Агент – самостоятельная ИИС, имеющая свою систему целеполагания и мотивации, область действий и ответственности.

В многоагентных системах моделируется виртуальное сообщество интеллектуальных агентов, которые вступают в различные социальные отношения – кооперации, сотрудничества, конкуренции, соревнования, вражды.

Нейронные сети

- **Нейронные сети** создаются на основе моделирования функции нейрона (нервной клетки).

Применяются:

- В задачах классификации
- В задачах прогнозирования

Области применения нейронных сетей в экономике и управлении

- Управление кредитными рисками.
- Предсказание ситуации на фондовом рынке.
- Оценка стоимости недвижимости.
- Прогнозирование динамики биржевых курсов.
- Автоматическое распознавание чеков.
- Обнаружение нарушений при уплате налогов.
- Анализ рынка ценных бумаг.
- Выдача кредитов.
- Предсказание валютных курсов.
- Оценивание кандидатов на должность.
- Оптимальное распределение ресурсов.

Модели представления знаний

Данные и знания

- **Данные** – это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления в предметной области, а также их свойства.
- Знания основываются на данных, но представляют результат мыслительной деятельности человека, обобщают его опыт, полученный в ходе выполнения какой-либо практической деятельности.
- **Знания** – это выявленные закономерности предметной области (принципы, связи, законы), позволяющие решать задачи в этой области.

Модели представления знаний

- Продукционная модель.
- Семантические сети.
- Фреймы.
- Формальные логические модели.

Продукционная модель

- Модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа:

ЕСЛИ (условие), ТО (действие)

- **Условие** - это предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний.
- **Действие** – это действия, выполняемые при успешном исходе поиска.

Продукционная модель

- **База знаний** состоит из набора правил.
- Программа, управляющая перебором правил, называется **машиной вывода**.
- Вывод бывает:
 - **Прямой** – от данных к поиску цели
 - **Обратный** – от цели для ее подтверждения к данным.
- **Данные** – это исходные факты, на основании которых запускается машина вывода.

Продукционная модель. Пример.

- Имеется фрагмент базы знаний из двух правил:

П1: ЕСЛИ «отдых – летом» И «человек – активный»
 ТО «ехать в горы»

П2: ЕСЛИ «любит солнце»
 ТО «отдых летом»

- Предположим, что в систему поступили данные:

«человек – активный» И «любит солнце»

Продукционная модель.

Пример.

- **Прямой вывод:** исходя из данных получить ответ.

1-й проход:

Шаг 1. Пробуем П1, не работает – не хватает данных «отдых–летом».

Шаг 2. Пробуем П2, работает, в базу поступает факт «отдых – летом».

2-й проход:

Шаг 3. Пробуем П1, работает, активирует цель «ехать в горы», которая и выступает, например, как совет, который дает система.

- **Обратный вывод:** подтвердить выбранную цель при помощи имеющихся правил и данных.

1-й проход:

Шаг 1. Цель – «ехать в горы»: Пробуем П1 – данных «отдых – летом» нет, они становятся новой целью, и имеется правило, где она в правой части.

Шаг 2. Цель «отдых – летом»: Правило П2 подтверждает цель и активирует ее.

2-й проход:

Шаг 3. Пробуем П1, подтверждается искомая цель.

Продукционная модель

- **Достоинства модели:**

- Наиболее распространенные средства представления знаний;
- Позволяют организовывать эффективные процедуры вывода;
- Наглядно отражают знания.

- **Недостатки модели:**

- Проявляются, когда число правил становится большим и возникают побочные эффекты от изменения старого и добавления нового правила.

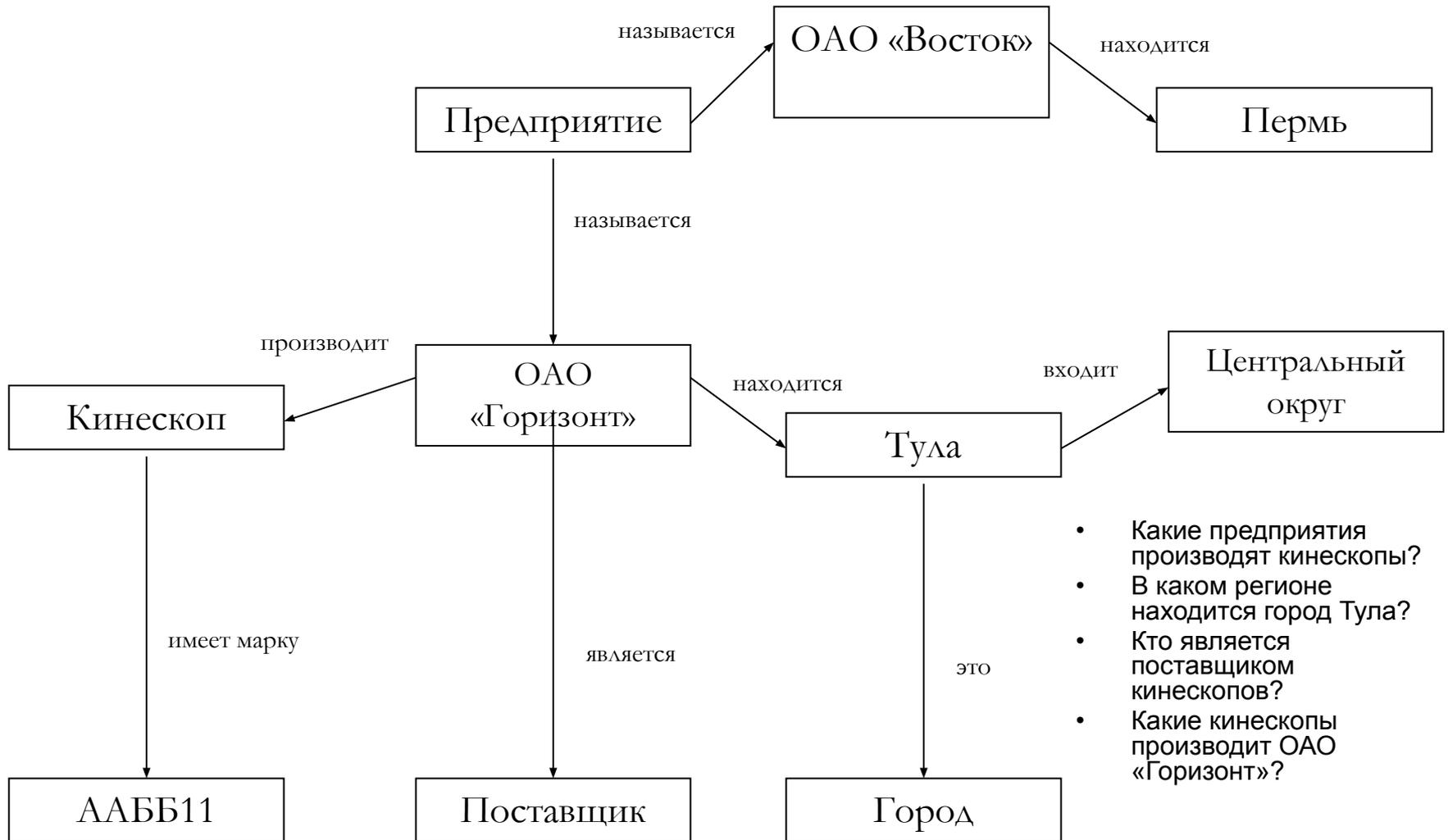
Программные средства, реализующие продукционный подход

- Язык OPS;
- Оболочки экспертных систем EXSYS, ЭКСПЕРТ;
- Инструментальные системы ПИЭС, СПЭИС.
- Промышленные экспертные системы на основе продукционного подхода - ФИАКР.

Семантические сети

- **Семантическая сеть** – это ориентированный граф, вершины которого – понятия, а дуги – отношения между ними.
 - **Понятия** – абстрактные или конкретные объекты.
 - **Отношения** – это связи типа: «это», «имеет частью», «принадлежит», «любит».
- Проблема поиска решения в базе знаний сводится к задаче поиска фрагмента сети, представляющего некоторую подсеть, соответствующую поставленному вопросу.

Семантическая сеть



- Какие предприятия производят кинескопы?
- В каком регионе находится город Тула?
- Кто является поставщиком кинескопов?
- Какие кинескопы производит ОАО «Горизонт»?

Семантические сети

- **Преимущества модели:**
 - Наглядность системы знаний, представленной графически;
 - Соответствие современным представлениям об организации долговременной памяти человека.
- **Недостатки модели:**
 - Сложность поиска вывода на семантической сети.

Семантические сети

- Для реализации семантических сетей существуют специальные сетевые языки:
 - **NET.**
- Экспертные системы, использующие семантические сети в качестве языка представления знаний:
 - **PROSPECTOR,**
 - **CASNET,**
 - **TORUS.**

Фреймовая модель

- **Фреймовая модель** представляет собой систематизированную в виде единой теории технологическую модель памяти человека и его сознания.
- **Фрейм** – структура данных для представления некоторого концептуального объекта.
- Информация, относящаяся к этому фрейму, содержится в составляющих фрейма – **слотах**.

Фреймовая модель

- **Фреймы-прототипы** (фреймы-образцы) фиксируют жесткую структуру и хранятся в базе знаний:

(ИМЯ ФРЕЙМА:

(имя 1-го слота : значение 1-го слота),
(имя 2-го слота : значение 2-го слота),
...,
(имя n-го слота : значение n-го слота)).

- Например,:

(СПИСОК РАБЮОТНИКОВ:

Фамилия (значение слота 1);
Год рождения (значение слота 2);
Специальность (значение слота 3);
Стаж (значение слота 4))

- Если в качестве значений слотов использовать реальные данные из таблицы, получится **фрейм-экземпляр**.
- **Фреймы-экземпляры** создаются для отображения реальных ситуаций на основе поступающих данных.

Фреймовая модель

- **Достоинства модели:**
 - Способность отражать концептуальную основу организации памяти человека;
 - Естественность, наглядность представления;
 - Модульность;
 - Поддержка возможности использования слотов по умолчанию.
- **Недостатки модели:**
 - Отсутствие механизмов управления выводом.

Фреймовая модель

- Специальные языки представления знаний в фреймовых сетях позволяют эффективно строить промышленные экспертные системы:
 - **FRL** (Frame Representation Language)
- Фреймо-ориентированные экспертные системы:
 - **ANALYST, МОДИС.**

Формальные логические модели

- Основная идея – вся информация, необходимая для решения прикладных задач, рассматривается как совокупность фактов и утверждений, которые представляются как формулы в некоторой логике.
- Знания отображаются совокупностью таких формул, а получение новых знаний сводится к реализации процедур логического вывода.

Формальные логические модели

- В основе логической модели представления знаний лежит понятие формальной теории, задаваемое:

$$S = \langle B, F, A, R \rangle$$

- B** – счетное множество базовых символов (алфавит);
 - F** – множество, называемое формулами;
 - A** – выделенное подмножество априори истинных формул (аксиом);
 - R** – конечное множество отношений между формулами, называемое правилами вывода.
- Предметная область или задача описывается в виде набора аксиом.

Формальные логические модели

- **Достоинства модели:**

- Используется аппарат математической логики, методы которой достаточно хорошо изучены;
- Существуют достаточно эффективные процедуры вывода, в том числе реализованные в языке логического программирования Пролог;
- В базах знаний можно хранить лишь множество аксиом, а все остальные знания получать из них по правилам вывода.

- **Недостатки модели:**

- Предъявляет очень высокие требования и ограничения к предметной области, в связи с чем модель применима лишь в исследовательских системах.

Модели представления знаний

- Рассмотренные модели представления знаний во многом близки между собой и обладают одинаковыми возможностями описывать и представлять знания.
- Разница в том, насколько удобно и естественно представлять те или иные знания в виде логических формул, семантических сетей, фреймов или продукций.

Основы технологии экспертных систем

Системы, основанные на знаниях

- В системах, основанных на знаниях, **правила** (или эвристики), по которым решаются **проблемы** в конкретной предметной области, хранятся в **базе знаний**.
- Проблемы ставятся перед системой в виде совокупности **фактов**, описывающих некоторую ситуацию, и система с помощью базы знаний пытается вывести заключение из этих фактов.

Области применения систем, основанных на знаниях

- прогнозирование,
- планирование,
- контроль и управление,
- обучение.

Системы, основанные на знаниях

Системы функционирует в режимах:

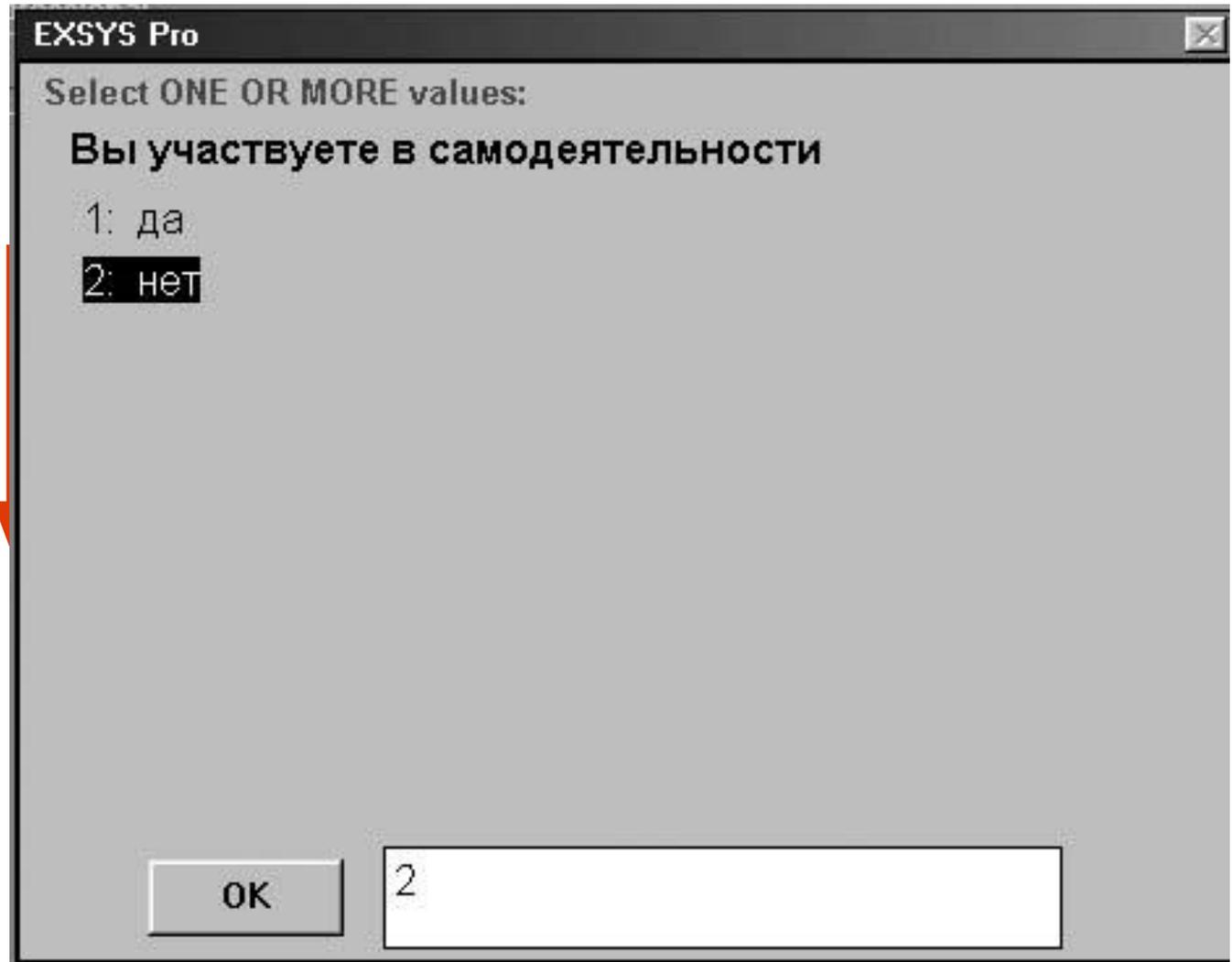
- **циклическом**
- **диалога, называемом режимом консультации**

Циклический режим



Такой процесс продолжается до тех пор, пока не поступит информация, достаточная для окончательного заключения.

Режим консультации

A screenshot of a software dialog box titled "EXSYS Pro". The dialog box has a grey background and a black border. At the top, it says "Select ONE OR MORE values:". Below this, the question "Вы участвуете в самодеятельности" is displayed in bold. Two options are listed: "1: да" and "2: нет", where the number "2" is highlighted with a black background. At the bottom left, there is an "OK" button. To the right of the button is a text input field containing the number "2". A red arrow points from the left edge of the dialog box towards the "2" option.

EXSYS Pro

Select ONE OR MORE values:

Вы участвуете в самодеятельности

1: да

2: нет

OK

2

менеджменте

В любой момент времени в системе содержатся три типа знаний:

- **структурированные статические знания** о предметной области, после того как эти знания выявлены, они уже не изменяются;
- **структурированные динамические знания** — изменяемые знания о предметной области; они обновляются по мере выявления новой информации;
- **рабочие знания**, применяемые для решения конкретной задачи или проведения консультации.

Назначение экспертных систем

- Экспертные системы предназначены для воссоздания опыта, знаний профессионалов высокого уровня и использования этих знаний, в процессе управления.

Назначение экспертных систем

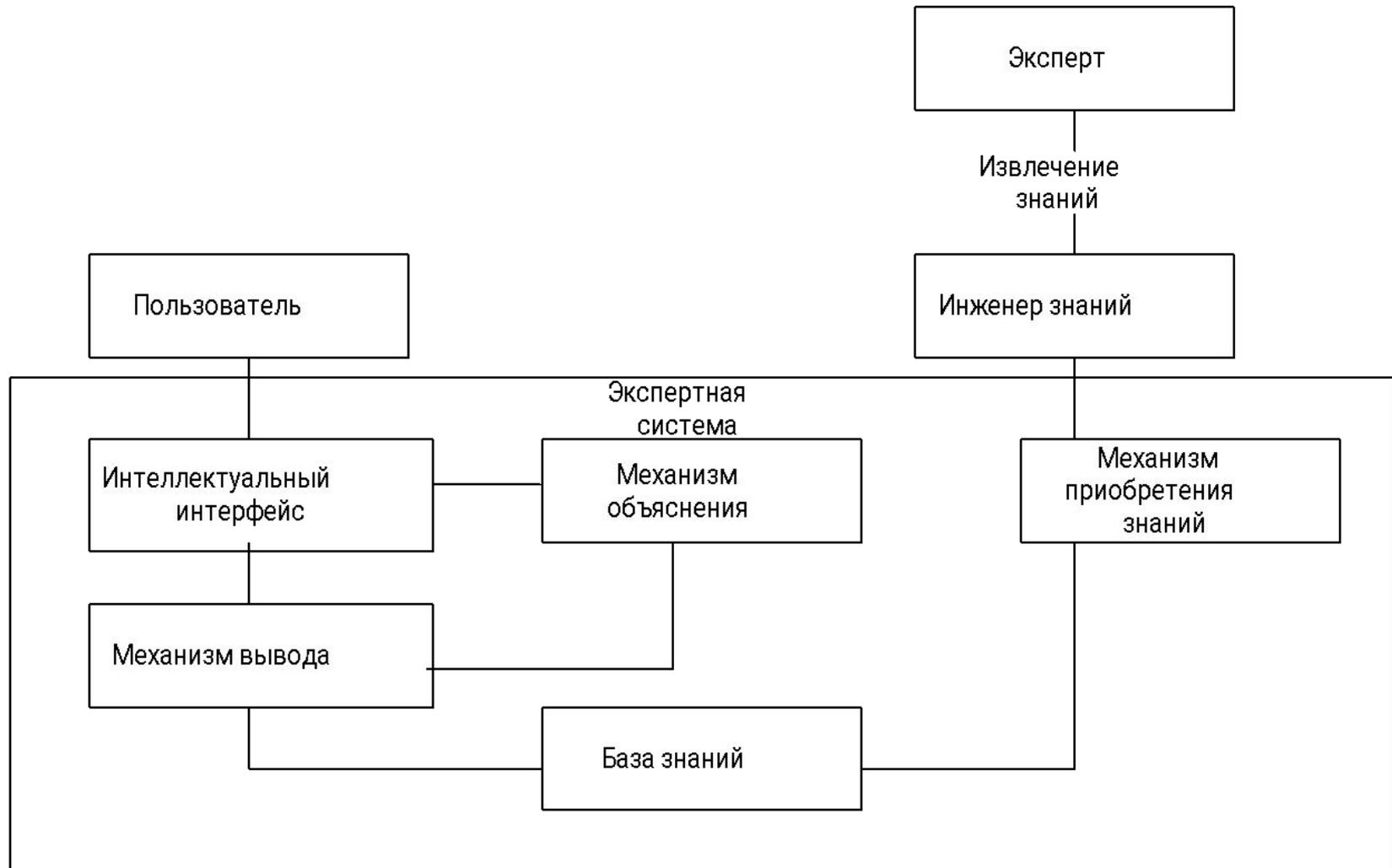
- распознать ситуацию;
- поставить диагноз;
- сформулировать решение;
- дать рекомендацию для выбора действия.

Экспертная система

- **Экспертная система** - это интеллектуальная информационная система (ИИС), предназначенная для решения слабоформализуемых задач на основе накапливаемого в **базе знаний** опыта работы экспертов в проблемной области.
- Экспертная система включает базу знаний с набором правил и механизмом вывода
- Экспертная система позволяет на основании предоставляемых пользователем фактов распознать ситуацию, поставить диагноз, сформулировать решение или дать рекомендацию для выбора действия.

- В основе построения экспертных систем лежит **база знаний**, которая основывается на моделях представления знаний.
- В системах, основанных на знаниях, правила, по которым решаются проблемы в конкретной предметной области, хранятся в **базе знаний**.
- Проблемы ставятся перед системой в виде совокупности фактов, описывающих некоторую ситуацию, и система с помощью базы знаний пытается вывести заключение из этих фактов.

Архитектура экспертной системы



База знаний

- **База знаний** (БЗ) отражает знания экспертов.
- **База знаний** содержит элементы
 - Факты (данные) из предметной области
 - Специальные правила (эвристики), которые управляют использованием фактов при генерации знаний.
- Выявлением знаний эксперта и представлением их в БЗ занимаются специалисты – инженеры знаний.
- ЭС должна обладать **механизмом приобретения знаний** для ввода знаний в базу и их последующего обновления.
- **Механизм приобретения знаний**– это интеллектуальный редактор (в простейшем случае), который позволяет вводить единицы знаний в базу, а также проводить их анализ на непротиворечивость.

Подсистема приобретения знаний

- **В подсистеме приобретения знаний** происходит сбор, передача и преобразование опыта решения задач из определенных источников знаний в компьютерные программы при их создании или расширении.
- **Источники знаний** – эксперты, специалисты, БД, научные отчеты, учебная литература, опыт пользователей-менеджеров и экономистов

Механизм вывода

- **Механизм вывода** поддерживает методологию обработки информации из **базы знаний**, получение и представление заключений и рекомендаций посредством формирования и организации последовательности процедур, необходимых для решения задачи.

Интерфейс пользователя

- ЭС имеет лингвистический процессор, который обеспечивает дружелюбный и проблемно-ориентированный интерфейс пользователя.

Подсистема объяснения

- **Подсистема объяснения** может проследить и объяснить поведение ЭС, интерактивно отвечая на вопросы типа:
 - Как было получено заключение?
 - Почему эта альтернатива была отвергнута?
 - Какова последовательность подготовки решения?

Технология построения экспертных систем

- Технологию построения экспертных систем называют **инженерией знаний**.
- Этот процесс требует специфической формы взаимодействия создателя экспертной системы, которого называют **инженером знаний**, и одного или нескольких **экспертов** в некоторой предметной области.
- Инженер знаний «извлекает» из экспертов процедуры, стратегии, эмпирические правила, которые они используют при решении задач, и встраивает эти знания в экспертную систему.
- В результате появляется система, решающая задачи во многом так же, как человек-эксперт.

Характерные черты экспертных систем

- **высококачественный опыт** наиболее квалифицированных экспертов в данной области;
- **гибкость** – возможность наращиваться постепенно в соответствии с нуждами бизнеса или заказчика;
- **прогностические возможности;**
- способность **объяснить**, каким образом новая ситуация привела к изменениям;
- накопление и организация **знаний**.

Экспертные системы выполняют задачи

- Консультация для неопытных (непрофессиональных) пользователей.
- Помощь при анализе различных вариантов принятия решения.
- Помощь по вопросам, относящимся к смежным областям деятельности.

Инструментальные средства разработки экспертных систем

Инструментальные средства построения ЭС их можно разбить на три основных типа:

- **языки программирования;**
- **среды программирования;**
- **пустые ЭС (оболочки).**

Языки программирования

Языки программирования, которые имеют **встроенные механизмы для манипулирования знаниями**:

- **Пролог** — язык высокого уровня, ориентированный на использование концепций и методов математической логики.
- Язык **Лисп** обладает способностью обрабатывать списковые структуры.

Языки программирования, ориентированные на **обработку символьной информации** и разработку ЭС:

- **Smalltalk**,
- **FRL**,
- **Interlisp**.

Языки программирования **общего назначения**:

- **Си**,
- **Паскаль**,
- **Бейсик** и др.

Недостатки использования языков программирования для создания экспертных систем

- Трудоемкость и высокая стоимость
- Необходимость привлечения высококвалифицированных программистов,
- Трудности с модификацией готовой системы.

Среды программирования

- **Среды программирования** позволяют разработчику не программировать некоторые или все компоненты ЭС, а выбирать их из заранее составленного набора.

Оболочки ЭС

- При применении пустых ЭС, или «оболочек» разработчик ЭС полностью освобождается от работ по созданию программ и занимается лишь наполнением базы знаний.

Среда программирования и оболочка ЭС

Пакет **EXSYS Professional 5.0 for Windows** (оболочка — по определению разработчика — компании MultiLogic Inc., США) и его последующая модификация **Exsys Developer 8.0**, предназначенный для создания прикладных экспертных систем в различных предметных областях.

- Система построена на использовании сложных правил вида **ЕСЛИ-ТО-ИНАЧЕ**. Для выбора стратегии получения заключения в системе по умолчанию используется обратная цепочка вывода. Прямая цепочка может быть задана при настройке системы.
- Система обладает развитым графическим интерфейсом, способна обращаться к внешним базам данных, проверять правила на непротиворечивость. При определенной настройке может работать с русскоязычными текстами.

Основные типы задач, решаемых с помощью ЭС

- интерпретация, определение смыслового содержания входных данных;
- предсказание последствий наблюдаемых ситуаций;
- диагностика неисправностей (заболеваний) по симптомам;
- конструирование объекта с заданными свойствами при соблюдении установленных ограничений;
- планирование последовательности действий, приводящих к желаемому состоянию объекта;
- слежение (наблюдение) за изменяющимся состоянием объекта и сравнение его параметров с установленными или желаемыми;
- управление объектом с целью достижения желаемого поведения;
- поиск неисправностей;
- обучение.

Задачи, решаемые с помощью ЭС в экономических информационных системах

- Анализ финансового состояния предприятия.
- Оценка кредитоспособности предприятия.
- Планирование финансовых ресурсов предприятия.
- Формирование портфеля инвестиций.
- Страхование коммерческих кредитов.
- Выбор стратегии производства.
- Оценка конкурентоспособности продукции.
- Выбор стратегии ценообразования.
- Выбор поставщика продукции.
- Подбор кадров.

Примеры ЭС, применяемых в менеджменте

- **Lending Advistor** (консультант кредитора) – помощь менеджерам, занимающимся кредитами, анализом коммерческих займов и структуризации пакетов займов.
- **Underwriting Advistor** (гарантирующий консультант) – оценивает риск в страховании для определения калькуляции цен.
- **EXPERTAX** – готовит рекомендации ревизорам и налоговым специалистам в подготовке финансовых деклараций и расчетов по налогам.
- **Letter of Credit Advistor** – для автоматизации офиса для помощи клерку в подготовке и оплате кредитных писем
- **XCON** – для решения задач по оказанию консультационной помощи при выборе конфигурации компьютера.
- **PSY** – отечественная ЭС, используется руководителями учреждений, менеджерами, работниками кадровых служб и психологами для решения кадровых вопросов.

Контрольные вопросы для самостоятельной оценки качества освоения темы

1. Дайте определение интеллектуальной информационной системы.
2. Каковы характерные признаки ИИС?
3. Перечислите основные функции, которые должна выполнять интеллектуальная информационная технология.
4. Назовите основные классы ИИС.
5. Чем интеллектуальные БД отличаются от обычных?
6. Дайте определение экспертной системы.
7. Как представлена архитектура ЭС?
8. Объясните назначение блоков экспертной системы.
9. На какие три основных типа можно разбить инструментальные средства построения ЭС?
10. Какие инструментальные средства создания экспертных систем существуют в настоящее время?
11. Определите круг задач, решаемых с помощью ЭС в экономических информационных системах.
12. Каковы области применения нейронных сетей в экономике?