

---

# Представление знаний в интеллектуальных системах

---

Лекция 10  
АХТП

# Классификация задач, использующих ИИ

Это - попытка классификации всех задач информатизации, в которых применяются или могут применяться технологии ИИ. 0-й раздел - задачи, решаемые не для конечных пользователей, а для разработчиков интеллектуальных систем. Таблица создана на основе анализа существующих на рынке программных продуктов.

0. Инструментарий
1. Языки программирования
  2. Средства для создания экспертных систем
  3. Средства для создания хранилищ данных и знаний
  4. Средства для создания нейронных сетей и включения их в приложения
  5. Средства для экспериментов
    1. С нейронными сетями
    2. С роботами

1. Корпоративные информационные системы ERP- и CRM-системы

2. Управление технологическими процессами

3. Роботы

4. Советующие системы

5. Извлечение данных и знаний

6. Проектирование

7. Игры и обучающие программы

- 1.1. Учет
- 1.2. Планирование
- 1.3. Прогноз
- 1.4. Анализ данных
- 1.5. Диагностика
- 1.6. Оценка
- 1.7. Безопасность
- 1.8. Управление знаниями (хранилища данных и знаний)
- 1.9. Документо-оборот
- 1.10. Моделирование бизнес-процессов

- 2.1. Диагностика
- 2.2. Управление
- 2.3. Мониторинг
- 2.4. Безопасность

- 3.1. Зрение
- 3.2. Распознавание речи и ЕЯ
- 3.3. Другие сенсорные подсистемы
- 3.4. Навигация
- 3.5. Взаимодействие роботов между собой
- 3.6. Планирование
- 3.7. Диагностика
- 3.8. Синтез речи
- 3.9. Управление приводами

- 4.1. Идентификация ситуации/ объекта
- 4.2. Диагностика
- 4.3. Прогноз
- 4.4. Мониторинг
- 4.5. Оценка (риска, стоимости и т.п.)

аврилов А.В.  
У, каф. АППМ

- 5.1. Анализ данных
- 5.2. Анализ документов
- 5.3. Поиск по смыслу в документах
- 5.4. Поиск по смыслу в Internet
- 5.5. Доступ к БД на ЕЯ
- 5.6. Распознавание текста (OCR)
- 5.7. Перевод

- 6.1. Копирование  
6.2. Выбор  
6.3. Оценка  
6.4. Проект

- 7.1. Стратегии
- 7.2. Имитаторы
- 7.3. Action
- 7.4. Тесты и тренажеры
- 7.5. Электронные учебники
- 7.6. Электронный собеседник, виртуальная личность

## **Представление знаний в системах искусственного интеллекта**

**Основной особенностью интеллектуальных систем** является то, что они основаны на знаниях, а вернее, на некотором их представлении.

**Знания** здесь понимаются как хранимая информация, формализованная в соответствии с некоторыми правилами, которую ЭВМ может использовать при логическом выводе по определенным алгоритмам.

Наиболее фундаментальной и важной проблемой является описание смыслового содержания проблем самого широкого диапазона, т.е. должна использоваться такая форма описания знаний, которая гарантировала бы правильную обработку их содержимого по некоторым формальным правилам. Эта проблема называется **проблемой представления знаний**.

# Методы представления знаний

В настоящее время наиболее используемые подходы к представлению знаний в интеллектуальных системах:

- Методы инженерии знаний, ориентированные на формализацию знаний:
  - логические модели, в том числе продукционные;
  - семантические сети;
  - фреймы;
- Методы, ориентированные на обучение:
  - нейронные сети;
  - байесовские сети (условные вероятности)

# Другая классификация методов представления знаний

- Логические
- Эвристические
- Нейронные сети
- Вероятностные

## Логические

- Логика предикатов 1-го порядка
- Модальные логики
- Нечеткие логики
- Псевдофизические логики
- Дескрипторная логика

---

# Эвристические

- Правила-продукции
- Семантические сети
- Фреймы

# Продукционная модель

**Продукционные правила** - наиболее простой способ, представления знаний. Он основан на представлении знаний в форме правил, структурированных в соответствии с образцом «ЕСЛИ - ТО». Часть правила «ЕСЛИ» называется посылкой, а «ТО» - выводом или действием. Правило в общем виде записывается так:

ЕСЛИ  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , ТО  $B$ .

Такая запись означает, что «если все условия от  $A_1$  до  $A_n$  являются истинными, то  $B$  также истинно» или «когда все условия от  $A_1$  до  $A_n$  выполняются, то следует выполнить действие  $B$ ».

## Рассмотрим правило

ЕСЛИ (1)  $y$  является отцом  $x$   
(2)  $z$  является братом  $y$   
ТО  $z$  является дядей  $x$



## Продукционная модель (2)

Знания, представленные в интеллектуальной системе, образуют **базу знаний**.

В интеллектуальную систему входит также **механизм выводов**, который позволяет на основе знаний, имеющихся в базе знаний, решать задачи, для которых построена система, и получать новые знания.

## Продукционная модель (пример)

Положим, что в базе знаний вместе с описанным выше правилом содержатся и такие знания:

ЕСЛИ (1)  $z$  является отцом  $x$

(2)  $z$  является отцом  $y$

(3)  $x$  и  $y$  не являются одним и тем же человеком

ТО  $x$  и  $y$  являются братьями

Иван является отцом Сергея

Иван является отцом Павла

Сергей является отцом Николая

Следовательно  $\square$  Павел является дядей Николая

# Интеллектуальная система, основанная на знаниях включает в себя:

## ■ Базу знаний:

- *Формализованные знания*, упорядоченные и закреплённые на материальном носителе
- *Формализованные метазнания*, включая знания о достоверности источников знаний

## ■ Программное обеспечение, обеспечивающее:

- доступ к знаниям
- пополнение знаний (обучение)
- использование знаний для решения практических задач

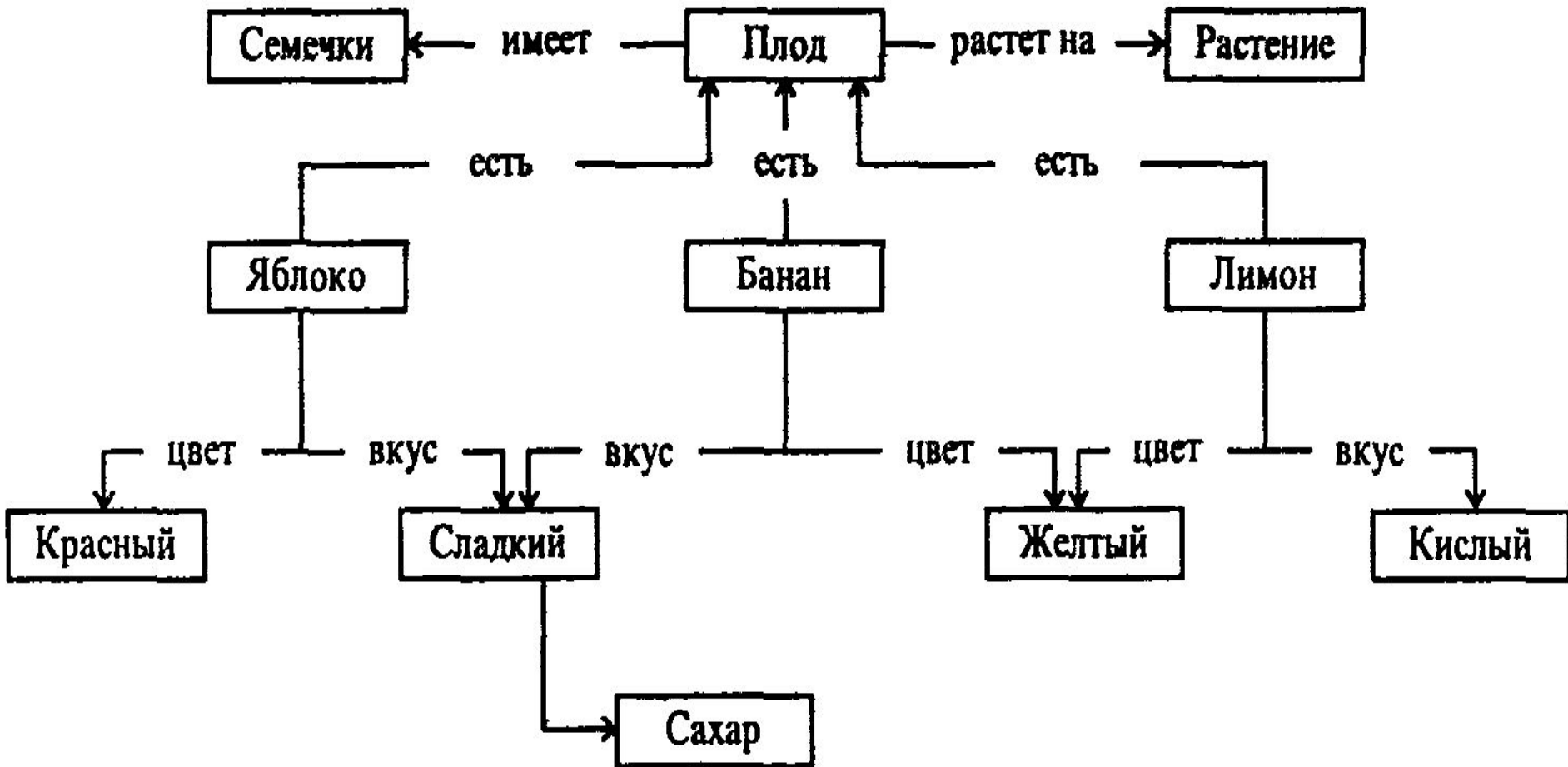
## Семантическая сеть

**Семантическая сеть** - иной подход к представлению знаний, который основан на изображении понятий (сущностей) с помощью точек (узлов) и отношений между ними с помощью дуг на плоскости.

Семантические сети способны отображать структуру знаний во всей сложности их взаимосвязей, увязать в единое целое объекты и их свойства.

В качестве примера может быть приведена часть семантической сети, относящейся к понятию «фрукты».

# Семантическая сеть (пример)



## Фреймы

**Фреймовая система** имеет все свойства, присущие языку представления знаний, и одновременно является собой новый способ обработки информации.

Слово «фрейм» в переводе с английского языка означает «рамка».

## Фреймы (2)

Фрейм является единицей представления знаний об объекте, которую можно описать некоторой совокупностью понятий и сущностей.

Фрейм имеет определенную внутреннюю структуру, состоящую из множества элементов, называемых **слотами**.

Каждый слот, в свою очередь, представляется определенной структурой данных, процедурой, или может быть связан с другим фреймом.

## Фреймы (пример)

<b>Фрейм: человек</b>	
Класс	: Животное
Структурный элемент	: Голова, шея, руки, ноги,...
Рост	: 30-220 см
Масса	: 1 - 200 кг
Хвост	: Нет
Фрейм аналогии	: Обезьяна



# Особенности машинного представления знаний

1. **Внутренняя интерпретируемость.** Обеспечивается наличием у каждой информационной единицы своего уникального имени, по которому система находит ее для ответа на запросы, в которых это имя упомянуто.
2. **Структурированность.** Информационные единицы должны обладать гибкой структурой, для них должен выполняться «принцип матрешки», т.е. вложенности одних информационных единиц в другие, должна существовать возможность установления соотношений типа «часть - целое», «род - вид», «элемент - класс» между отдельными информационными единицами.
3. **Связность.** Должна быть предусмотрена возможность установления связей различного типа между информационными единицами, которые бы характеризовали отношения между информационными единицами. Эти отношения могут быть как декларативными (описательными), так и процедурными (функциональными).

## Особенности машинного представления знаний (2)

4. **Семантическая метрика.** Позволяет устанавливать ситуационную близость информационных единиц, т.е. величину ассоциативной связи между ними. Такая близость позволяет выделять в знаниях некоторые типовые ситуации, строить аналогии.
5. **Активность.** Выполнение действий в интеллектуальной системе должно инициироваться не какими-либо внешними причинами, а текущим состоянием представленных в системе знаний. Появление новых фактов или описание событий, установление связей должны стать источником активности системы.

# Формализм как средство представления знаний

- **Формализм** – это формальная система, используемая в качестве средства представления знаний
- Формализм включает:
  - языковой (изобразительный) компонент
    - алфавит и синтаксис
  - процедурный (алгоритмический, вычислительный) компонент
    - аксиоматика и продукционные правила, модели рассуждений над знаниями

# Моделирование рассуждений

**Рассуждение** - один из важнейших видов мыслительной деятельности человека, в результате которого он формулирует на основе некоторых предложений, высказываний, суждений новые предложения, высказывания, суждения.

Действительный механизм рассуждений человека остается пока недостаточно исследованным.

## Моделирование рассуждений (2)

Человеческим рассуждениям присущи:

- неформальность,
- нечеткость,
- нелогичность,
- широкое использование образов, эмоций и чувств, что делает чрезвычайно трудными их исследование и моделирование.

К настоящему времени лучше всего изучены логические рассуждения и разработано много механизмов дедуктивных выводов, реализованных в различных интеллектуальных системах, основанных на представлении знаний с помощью логики предикатов 1-го порядка

## ■ Исчисление предикатов первого порядка

### □ применяется

- в диагностических и советующих экспертных системах (ЭС)
- в системах компьютерного перевода текстов
- для реализации символьных преобразований
  - аналитическое решение уравнений
  - аналитическое упрощение выражений
  - аналитическое интегрирование и дифференцирование и т.п.
- в качестве метаязыка
  - в системах, требующих определения специализированных формальных систем для представления специфических знаний

### □ программная реализация

- непроцедурный язык программирования Prolog
- оболочки ЭС

### □ автоматизация обучения проблематична

- как правило, формализация знаний выполняется человеком – инженером по знаниям

# Логика предикатов 1-го порядка

**Предикат** - это конструкция вида  $P(t_1, t_2, \dots, t_n)$ , выражающая какую-то связь между некоторыми объектами или свойствами объектов. Обозначение этой связи или свойства,  $P$ , называют **«предикатным символом»**;  $t_1, t_2, \dots, t_n$  обозначают объекты, связанные свойством (предикатом)  $P$  и называют **термами**.

Термы могут быть только трех следующих типов:

- 1) константа (обозначает индивидуальный объект или понятие);
- 2) переменная (обозначает в разное время различные объекты);
- 3) составной терм – функция  $f(t_1, t_2, \dots, t_n)$ , имеющая в качестве своих аргументов  $n$  термов  $t_1, t_2, \dots, t_n$ .

# Логика предикатов 1-го порядка (пример)

1. Предложение «Волга впадает в Каспийское море» можно записать в виде предиката

впадает (Волга, Каспийское море).

«Впадает» - предикатный символ; «Волга» и «Каспийское море» - термы-константы. Мы могли обозначить отношение «впадает» и объекты «Волга» и «Каспийское море» символами.

Вместо термов-констант можно рассматривать переменные:

впадает ( $X$ , Каспийское море)

или

впадает ( $X, Y$ ).

Это тоже предикаты.

2. Отношение  $x + 1 < y$  можно записать в виде предиката  $A(x, y)$ . Предикатный символ  $A$  здесь обозначает то, что останется от  $x + 1 < y$ , если выбросить из этой записи переменные  $x$  и  $y$ .



# Нейронные сети

- Нейронные сети
  - применяются для решения задач:
    - краткосрочного экономического прогнозирования
      - в т.ч. для прогнозирования курсов ценных бумаг, валют, оценки рисков кризисов
    - распознавания образов
    - освобождения информационного сигнала от помех
  - программная реализация
    - OWL
    - VieNet
    - NeuroPro
  - обучение поддаётся автоматизации
    - но требует больших вычислительных ресурсов

# Условные вероятности

- Формализм условных вероятностей
  - применяется
    - в спам-фильтрах
    - в диагностических ЭС
      - если для объекта характерна неполнота или недостаточная достоверность данных
  - программная реализация
    - Bayes Net Learner
  - обучение легко поддаётся автоматизации

# Интеллектуальный интерфейс информационной системы

Анализ развития средств вычислительной техники позволяет утверждать, что она постоянно эволюционирует в двух направлениях.

1. Улучшение параметров существующих компьютеров, повышение их быстродействия, увеличение объемов их оперативной и дисковой памяти, а также с совершенствованием и модификацией программных средств, ориентированными на повышение эффективности выполнения ими своих функций. Это можно назвать **развитием по горизонтали**.
2. изменение технологии обработки информации, приводящие к улучшению использования компьютерных систем. Развитие в этом направлении связано с появлением новых типов компьютеров и качественно новых программных средств, дополняющих уже существующие. Такое развитие можно назвать **развитием по вертикали**.

## Интеллектуальный интерфейс информационной системы (2)

Развитие программных средств идет по пути увеличения их дружелюбности, т.е. такого упрощения управления ими, что от пользователя не требуется специальной подготовки, и система создает максимально комфортные условия для его работы.

Основной ориентир в совершенствовании вычислительных систем - превращение их в удобного партнера конечного пользователя при решении задач в ходе его профессиональной деятельности.

Для обеспечения наибольшей дружелюбности интерфейса программного средства с пользователем первый должен стать **интеллектуальным**.

# Функции интеллектуального интерфейса

**Интеллектуальный интерфейс**, обеспечивающий непосредственное взаимодействие конечного пользователя и компьютера при решении задачи в составе человеко-машинной системы, должен выполнять три группы функций:

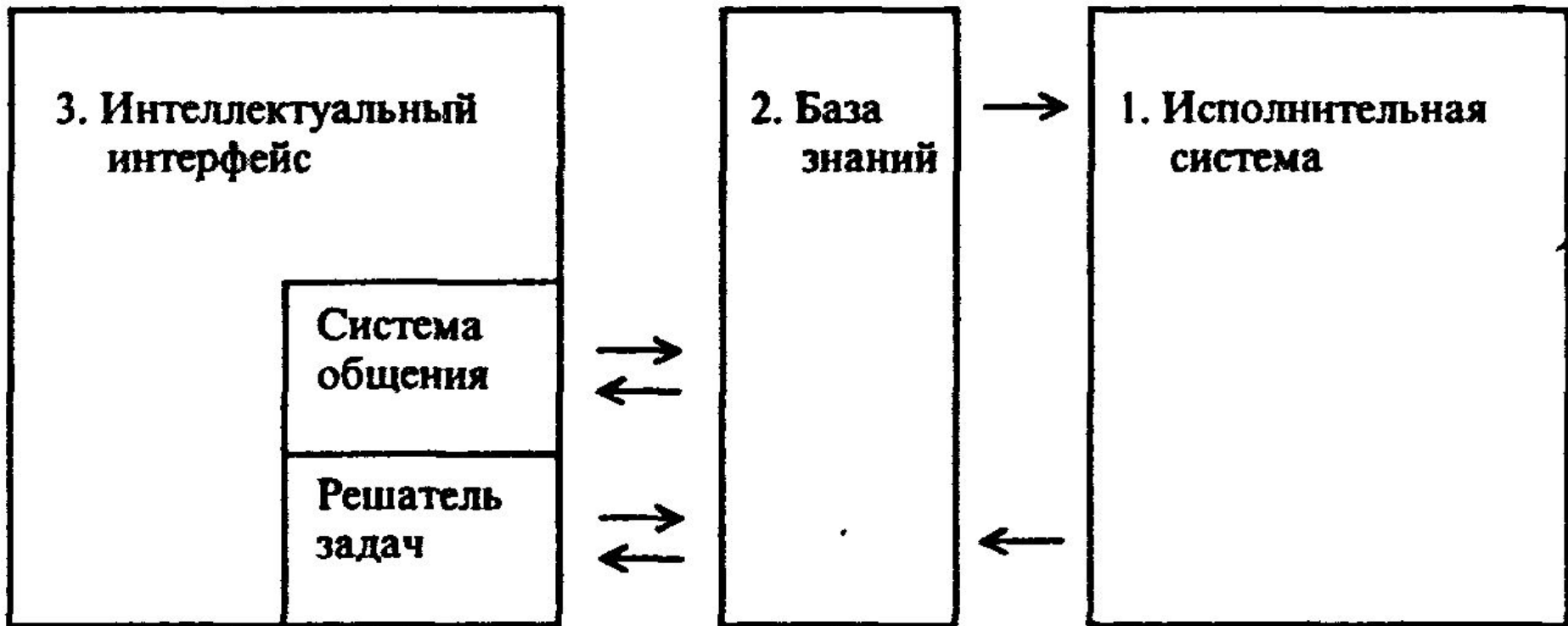
- обеспечение для пользователя возможности постановки задачи для ЭВМ путем сообщения только ее условия (без задания программы решения);
- обеспечение для пользователя возможности формирования сред решения задачи с использованием только терминов и понятий из области профессиональной деятельности пользователя, естественных форм представления информации;
- обеспечение гибкого диалога с использованием разнообразных средств, в том числе не регламентированных заранее, с коррекцией возможных ошибок пользователя.

# Структура интеллектуальной системы

Структура системы, удовлетворяющей требованиям новой технологии решения задач, состоит из трех компонент:

- **исполнительной системы**, представляющей собой совокупность средств, обеспечивающих выполнение программ;
- **базы знаний**, содержащей систему знаний о проблемной среде;
- **интеллектуального интерфейса**, обеспечивающего возможность адаптации вычислительной системы к пользователю

# Структура современной системы решения прикладных задач



# Литература

- <http://www.insycom.ru> <http://www.insycom.ru> , <http://ermak.cs.nstu.ru/islab>
- А.В. Гаврилов. Системы искусственного интеллекта. Уч. пособие, ч. 1. – Новосибирск, НГТУ, 2000, 2001. – 162 с.
- А.В. Гаврилов. Системы искусственного интеллекта. Метод. указания для заочников АВТФ – Новосибирск, НГТУ, 2003.
- А.В. Гаврилов. Гибридные интеллектуальные системы. – Новосибирск: НГТУ, 2003.
- Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2000.
- Джексон П. Введение в экспертные системы. – М., СПб., Киев: "Вильямс", 2001.
- Дж.Ф. Люгер. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: "Вильямс", 2003.
- Н.Г. Ярушкина. Основы теории нечетких и гибридных систем. – М.: Финансы и статистика, 2004.
- Р. Каллан Основные концепции нейронных сетей. – М.: "Вильямс", 2001.
- В.В. Круглов, В.В. Борисов. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия-Телеком, 2001.
- Д. Уотерман. Руководство по экспертным системам. – М.: Мир, 1989.