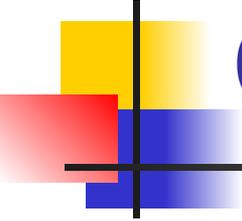


# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

## **Тема 5 Интеллектуальные информационные технологии**



# Структура лекции

---

1. Понятие искусственного интеллекта
2. История развития интеллектуальных информационных технологий.
3. Понятие знаний, модели представления знаний.
4. Онтологии
5. Основные направления развития ИИ.

# 1. Понятие искусственного интеллекта

## **Тема 5 Интеллектуальные информационные технологии**

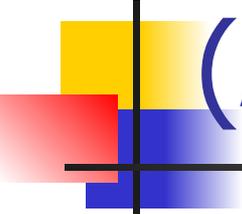


# Искусственный интеллект (AI-artificial intelligence)

---

- **свойство автоматических систем** брать на себя отдельные (творческие) функции интеллекта человека, например, выбирать и принимать оптимальные решения.
- **научное направление**, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного или программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными.

# Искусственный интеллект (AI-artificial intelligence)



---

- *Искусственный интеллект* — это одно из направлений информатики, целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои, традиционно считающиеся интеллектуальными задачи, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка (**Хорошевский В.Ф.**).



# Интеллектуальная система

---

Система считается интеллектуальной:

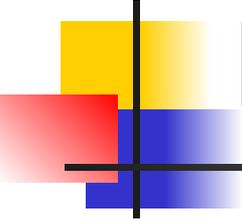
- имеет функцию представления и обработки знаний;
- имеет функцию рассуждения;
- имеет функцию общения (в удобном для человека виде).
- обладает способностью **обучения** и **самообучения**



# Интеллектуальные задачи

---

- Задачи, связанные с отысканием алгоритма решения класса задач определенного типа;
- Поведенческие определения ИИ:
  - Критерий А.Н. Колмогорова;
  - Критерий А. Тьюринга.



# Критерий Тьюринга

---

- Испытатель через посредника общается с невидимым для него собеседником – человеком или системой.

Интеллектуальной может считаться та система, которую испытатель в процессе такого общения не может отличить от человека.



# Критерий Тьюринга

---

- Достоинства:
  - Широта тем для обсуждения;
- Недостатки:
  - Проверяется только способность машины походить на человека, а не разумность машины вообще.
  - Непрактичность (несоответствие реальным задачам, решаемым в области ИИ).
  - Тест отслеживает только на поведение.



# Критерий Тьюринга

---

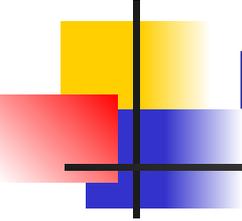




# Captcha

---

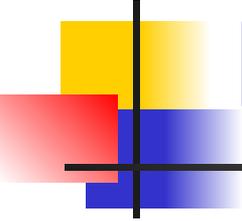
- Captcha - Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart;
- Основная идея: предложить для решения задачу, которую легко решит человек, но которую очень сложно решить компьютеру;
- Как правило – это задача распознавания образов.



# Цели интеллектуальных информационных технологий

---

- расширение круга задач, решаемых с помощью компьютеров, особенно в слабоструктурированных предметных областях;
- повышение уровня интеллектуальной информационной поддержки современного специалиста.



# Предметная область

---

- Предметная область(ПрОб) – это область человеческой деятельности, для которой разрабатывается система.
- Слабо структурированная ПрОб – области, алгоритм действий в которых заранее не известен.
- Хорошо структурированная ПрОб – области, в которых уже существуют апробированные алгоритмы и методы решения задач.

## 2. История развития интеллектуальных технологий

### **Тема 5 Интеллектуальные информационные технологии**

# История развития искусственного интеллекта

---

- Начало развития направления 1940 гг.
- **1943 г.** – первая статья в области ИИ (Мак-Коллок и Питтс модель нейронов);
- Конец 40-х – задача автоматического перевода с одного языка на другой;
- 1950 г. – критерий Тьюринга (в статье Computing Machinery and Intelligence);

# История развития

## искусственного интеллекта

---

- **1956** г. появление термина «искусственный интеллект», автор Джон Маккарти, семинар по логическим рассуждениям.
- **1957** г. – Розенблат предложил устройство для распознавания образов - **персептрон**;
- **1959** г. – Саймон и Ньюэлл разработали программу **GPS** (General Problem Solving program) – **универсальный решатель задач**;

# История развития

## искусственного интеллекта

---

- 50-е годы – моделирование человеческого разума, создание аналогичного ему искусственного;
- 60-е годы – эвристическое программирование – разработка стратегии действий на основе заранее известных эвристик;
  - Эвристика – теоретически необоснованное правило, позволяющее сократить число переборов.

# История развития

## искусственного интеллекта

---

- 65-75 гг. – развитие логических методов, доказательство теорем;
- **1973 г.** – создан язык Пролог;
- 75-е – переход от поиска универсального алгоритма мышления к моделированию знаний экспертов. Основное направление – представление знаний.
- Основная роль в данный момент – дополнение возможностей человека по генерации и принятию решений.

# Центры исследований в области ИИ



---

- **США:** Беркли, Стенфорд, Массачусетс.
- **Япония:** Университет Токио, Sony labs;
- **Европа:** Марсель, Эдинбург;
- **Россия:** Новосибирск (академгородок), Переславль-Залесский, МЭИ, МГТУ им. Баумана;
- **Беларусь:** Минск, Брест.



# Основные направления исследований в области ИИ

---

- Нейрокибернетика или бионический;
- Символьный или логический
- Кибернетика «черного ящика» или программно-прагматический:
  - локальный или задачный подход;
  - системный подход (основанный на знаниях);
  - использующий метапроцедуры программирования.
- Подход, ориентированный на создание смешанных систем человек-компьютер.
- И другие

# 3. Понятие знаний, модели представления знаний

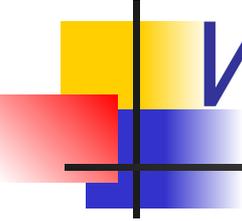
## **Тема 5 Интеллектуальные информационные технологии**



# Данные и знания

---

- **ДААННЫЕ** – сведения, представленные в определенной знаковой системе и на определенном материальном носителе для обеспечения возможностей хранения, передачи, приема и обработки.
- Знания – хорошо структурированные данные или данные о данных (метаданные).



# Информация, данные, знания

---

- ДАННЫЕ + обработка = ИНФОРМАЦИЯ;
- ИНФОРМАЦИЯ + сравнение = ЗНАНИЯ.



# Определение знаний

---

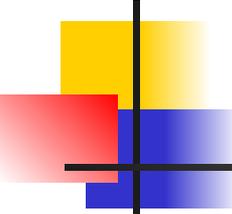
- **Знания** — это основные закономерности предметной области, позволяющие человеку решать конкретные производственные, научные и другие задачи, т. е. факты, понятия, взаимосвязи, оценки, правила, эвристики (иначе фактические знания), а также стратегии принятия решения в этой области (иначе стратегические знания).
- Знания о предметной области – совокупность реальных или абстрактных объектов (сущностей), связей и отношении между этими объектами, а также процедур преобразования этих объектов для решения задач в предметной области.



# Свойства знаний

---

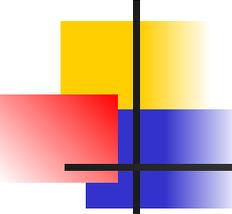
- Более сложная структура;
  - Внутренняя интерпретируемость;
  - Структурируемость;
  - Связность.
- Внутренняя активность – изменение знаний влияет на поведение системы.



# Неформальный пример

---

- Факты:
  - Встреча в 17.30
  - Положение стрелок на часах -
  - Текущее время – 17.20
- Знание(вывод из фактов): **Я опаздываю.**
- Действия :
  - Идти быстрее
  - Позвонить – предупредить.

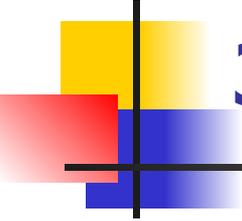


# Классификация знаний

---

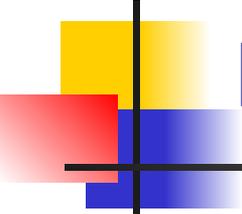
- **Процедурные знания** - описывают последовательности действий, которые могут использоваться при решении задач;
- **Декларативные знания** - все знания, не являющиеся процедурными, например, статьи в толковых словарях и энциклопедиях, формулировки законов в физике, химии и других науках, собрание исторических фактов и т. п. Основная форма представления знаний

# Основные задачи инженерии знаний



---

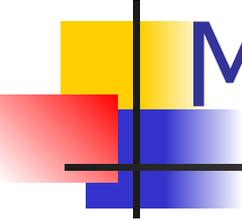
- Представление знаний:
  - Как люди представляют знания?
  - Есть ли универсальный способ представления знаний?
  - Как представить знания для решения этой задачи?
- Получение знаний:
  - Где можно найти знания по проблеме?
  - На основании чего человек сделал именно так?
  - Основные способы: наблюдение, беседа, анализ книг.
- Верификация знаний.
- Использование знаний.



# Требования к представлению знаний

---

- **Наглядность** или простота представления знаний;
- **Удобство представления знаний** для работы интеллектуальной системы (простота использования или обработки);
- **Универсальность**: способность представлять самые разные виды знаний;
- **Расширяемость** базы знаний, возможность интеграции различных баз знаний.



# Модель представления знаний

---

- Модель представления знаний - формализм, предназначенный для описания статических и динамических свойств предметной области (соглашение - как описывать знания).
- Классификация моделей:
  - Универсальные модели представления знаний
  - Специализированные модели представления знаний.

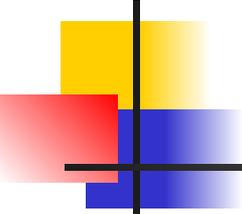


# Основные модели представления знаний

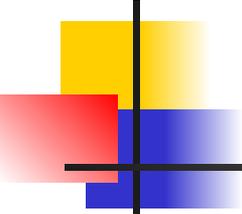
---

- Формальные логические модели;
- Продукционные модели;
- Семантические сети;
- Фреймы.

# Формальные логические модели

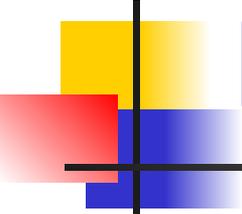
- 
- Виды логических моделей:
    - Исчисление высказываний;
    - Исчисление предикатов;
    - Нечеткая логика.
  - В основе лежит формальная теория(система) :
    - $T$  – множество термов, алфавит системы;
    - $P$  – синтаксические правила построения выражений из базовых термов;
    - $A$  – аксиомы, априорно истинные выражения;
    - $R$  – множество правил вывода, как получить из одних правильных выражений другие.
  - Не используются в промышленных разработках.

# Формальные логические модели



---

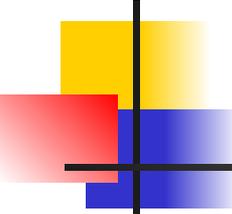
- Достоинства:
  - Высокий уровень формализации, что обеспечивает точность получения результата;
  - Согласованность
  - Единый способ описания знаний о предметной области и способов решения задач в предметной области.
- Недостатки:
  - Ненаглядность представления знаний;
  - Очень строгие ограничения, накладываемые структурой представления знаний.



# Исчисление высказываний

---

- Высказывание – неделимое грамматически правильное предложение, являющееся истинным или ложным.
- Сложное высказывание – комбинация простых при помощи логических связок.
- Пример:
  - А – Луна спутник Земли
  - В – Солнце спутник Земли
  - А & В - ложь



# Исчисление предикатов

---

- Исчисление предикатов - система моделирования некой среды и проверки гипотез относительно этой среды при помощи разработанной модели.

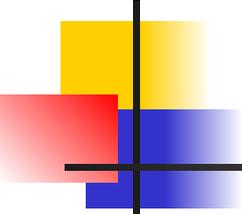
- **Предикат** – функция на множестве  $M = M_1 * M_2 * \dots * M_n$ , принимающая значение истина или ложь.

- Пример:

- Если философ выигрывает у кого-нибудь в забеге, то этот человек будет им восхищен

- (любой  $X$ ) (любой  $Y$ )

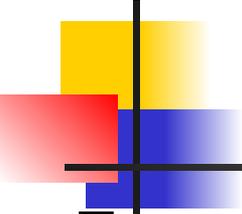
- $(\text{PHILOSOPHER}(X) \wedge \text{BEATS}(X, Y) \supset \text{ADMIRE}(Y, X)).$



# Продукционные модели

---

- Продукционная модель представляет собой набор продукций - правил вида «Если»- «То»;
- Формально продукция описывается как :
  - $W$  – сфера применения продукции.
  - $U$  – предусловие – (истинность продукции).
  - $P$  – условие применения продукции.
  - $A \rightarrow B$  – ядро продукции, правило типа Если ... , то ... .
  - $C$  – постусловие продукции, действия после обработки продукции.
- Продукционная система = база фактов + продукции + интерпретатор.



# Продукционные модели

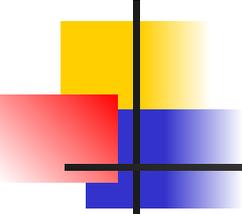
---

- Достоинства:

- Простота и наглядность правил;
- Простота пополнения базы знаний;
- Простота вывода в базе знаний;

- Недостатки:

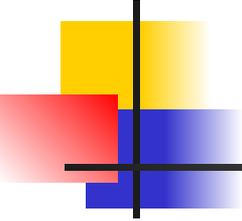
- Несоответствие представлению знаний человеком;
- Сложно управлять выводом при больших БЗ;
- Сложность оценки непротиворечивости БЗ.



# Семантические сети

---

- **Семантическая сеть** - ориентированный граф, вершины которого понятия, а дуги – отношения между ними.
- **$S = (O, R)$** , ( $R > 200$ ).
- Наиболее общий способ представления знаний;
- Поиск решения сводится к задаче поиска фрагмента семантической сети, соответствующего запросу

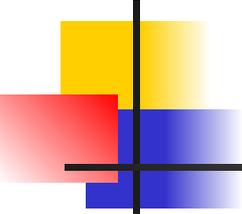


# Mind Maps

---

- MindMap(Карта ума) – графическое представление некоего центрального образа и основных тем, с ним связанных.
- Свойства:
  - Наглядность;
  - Эстетичность;
  - Однородность элементов.

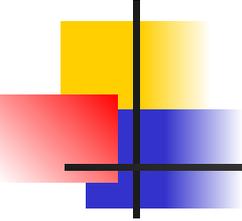




# Классификация семантических сетей

---

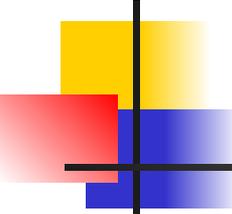
- По количеству типов отношений:
  - однородные;
  - неоднородные.
- По типу отношений:
  - бинарные;
  - N-арные.



# Семантические сети

---

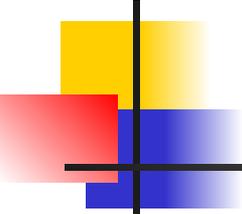
- Достоинства:
  - Наглядность, универсальность, простота понимания;
  - Соответствуют представлению знаний у человека.
- Недостатки:
  - Сложность организации процессов вывода на семантической сети;
  - Смешение различных групп знаний.



# Фреймы

---

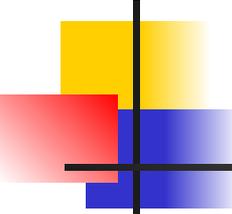
- **Фрейм** (Каркас) – абстрактный образ для представления некоего стереотипа восприятия.
- Фрейм имеет набор свойств(слотов).
- Термин предложен Марвином Минским в 1979 г.
- Первоначальное применение – распознавание пространственных сцен по ключевым признакам.



# Фреймы

---

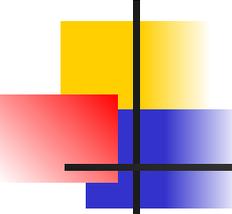
- Классификация фреймов:
  - Фреймы-образцы(прототипы);
  - Фреймы-экземпляры;
- Фрейм – некая структура для описания знаний, которая по мере заполнения свойствами превращается в описание факта, события или ситуации.
- В ходе вывода во фреймовой модели сначала подбирается прототип, а потом идет его уточнение применительно к образу.



# Пример фрейма

---

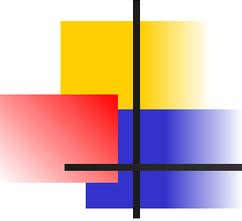
- Ситуация:
  - Студент Иванов получил книгу А. Я. Архангельского «100 компонентов Delphi» в библиотеке ТГПУ им. Л. Н. Толстого в г. Туле»
- Фрейм ПОЛУЧЕНИЕ
  - ОБЪЕКТ : (КНИГА (Автор, Название));
  - АГЕНТ: (СТУДЕНТ(Фамилия));
  - МЕСТО: (БИБЛИОТЕКА(Название, Расположение)).



# Фреймы

---

- Достоинства:
  - Интеграция знаний (декларативных и процедурных);
  - Соответствие принципам хранения знаний человеком;
  - Наглядность, гибкость, однородность.
  
- Недостатки:
  - Сложность управления выводом;
  - Низкая эффективность.



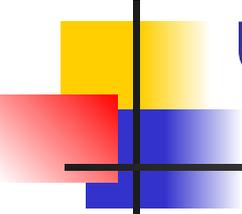
# Методы извлечения знаний

---

- Коммуникативные методы
  - Активные (мозговой штурм, интервью, анкетирование и т.д.);
  - Пассивные (наблюдения, лекции).
- Текстологические методы (анализ литературы, анализ документов);
- Автоматизированные методы извлечения знаний.

## 4. Онтологический подход

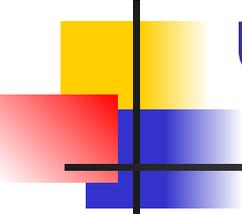
**Тема 5 Интеллектуальные  
информационные  
технологии**



# Что такое онтология?

---

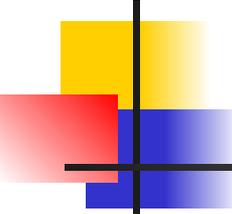
- **Онтология**— раздел философии, в котором изучаются наиболее общие характеристики бытия и сущностей;
- **Онтология** – это точная спецификация концептуализации, формализованное представление основных понятий и связей между ними (М. Грубер);
- **Онтология** – эксплицитная спецификация определенной темы(проект Ontolingua, Стенфорд).



# Что такое онтология?

---

- **Концептуализация** - процесс перехода от представления предметной области на естественном языке к точной спецификации этого описания на некотором формальном языке, ориентированном на компьютерное представление.



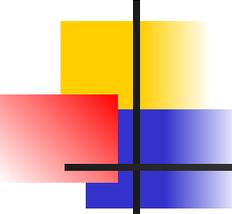
# Структура онтологии

---

## Формальная модель онтологии:

$O = \langle X, R, \Phi \rangle$ , где

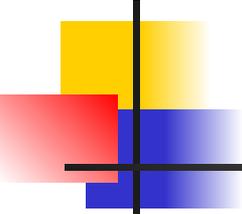
- $X$  – конечное множество понятий;
  - $R$  – множество отношений между понятиями;
  - $\Phi$  – множество функций интерпретации, заданных на понятиях и отношениях онтологии.
- **Словарь терминов**  $V = \langle X, \{\}, \{\} \rangle$  – перечисление терминов;
  - **Простая таксономия**  $T = \langle X, \{is\_a\}, \{\} \rangle$  - иерархическая система понятий, связанных между собой отношением  $is\_a$  (быть элементом класса).



# Виды онтологий:

---

- **Управляемый словарь терминов** - это ограниченный список слов и терминов, используемых для индексации и категоризации информации на сайте.
- **Кольцо синонимов** - управляемый словарь с перечнем терминов, их синонимов, без указания предпочтительных синонимов.
- **Тезаурус** – управляемый словарь с иерархической структурой (общие термины / конкретные термины), со связями и зависимостями между терминами.
- **Онтология** - сложный тезаурус с настраиваемыми семантическими связями, такими как «находится в», «используется для», «является членом», «принадлежит».

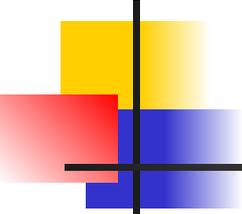


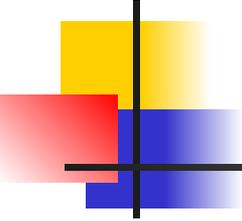
# Цели создания онтологий

---

- Для совместного использования людьми или программными агентами общего понимания структуры информации.
- Для возможности повторного использования знаний в предметной области.
- Для того чтобы сделать допущения в предметной области явными.
- Для отделения знаний в предметной области от оперативных знаний.
- Для анализа знаний в предметной области.

# Задачи решаемые с ПОМОЩЬЮ ОНТОЛОГИЙ

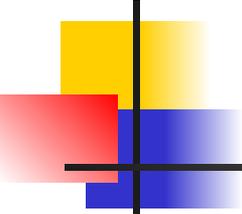
- 
- Создание и использование БЗ;
  - Организация эффективного поиска в БД, информационных каталогах, БЗ;
  - Создание систем, реализующих механизмы рассуждений;
  - Организация поиска по смыслу в текстовой информации;
  - Семантический поиск в Internet;
  - Представление смысла в метаданных об информационных ресурсах;
  - Построение и использование баз общих знаний (common knowledge) для различных интеллектуальных систем.



# Принципы создания онтологий (Груббер)

---

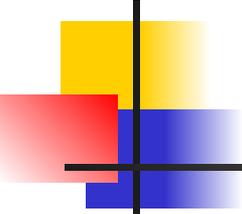
- Ясность;
- Согласованность;
- Расширяемость;
- Минимум влияния кодирования;
- Минимум онтологических обязательств.



# Языки описания онтологий

---

- **Язык описания онтологий** — формальный язык, используемый для кодирования онтологии.
  - OWL(ontology web language), стандарт W3C;
  - KIF (Knowledge Interchange Format или формат обмена знаниями);
  - CycL — онтологический язык проекта Cyc;
  - DAML+OIL (FIPA);
  - SL/EL.



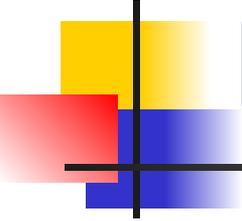
# Разработка онтологий в среде Protege-Frames

---

- **Онтология** – это
  - Классы (понятия предметной области);
    - Подклассы;
    - Конкретные экземпляры класса.
  - Слоты (свойства классов);
  - Фацеты (ограничения на значения слотов).
- **База знаний** – онтология вместе с конкретными экземплярами классов.

# Процесс разработки онтологий в Protege

- Определить масштаб онтологии;
- Выделить понятия онтологии;
- Определить иерархию понятий (класс-подкласс);
- Описать слоты понятий и ограничения на значения этих слотов;
- Создать экземпляры классов (наполнить БЗ);
- Создать запросы по базе знаний, проверить полноту БЗ.



# Шаг 1. Область и масштаб

---

- Какую область будет охватывать онтология?
- Для чего мы собираемся использовать онтологию?
- На какие типы вопросов должна давать ответы информация в онтологии?
- Кто будет использовать и поддерживать онтологию?
- Вопросы проверки компетентности.

# Шаг 2. Перечислить все ПОНЯТИЯ В ОНТОЛОГИИ

---

- Какие понятия (термины) мы хотим рассмотреть?
  - Какими свойствами эти понятия обладают?
  - Что мы бы хотели сказать об этих понятиях?
- 
- Полный список понятий онтологии.

# Шаг 3. Определить классы, их слоты, иерархию классов

---

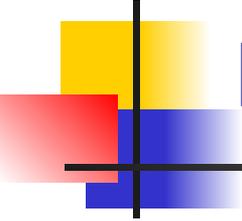
- Класс – объект, существующий независимо.
- Иерархия классов:
  - Нисходящая разработка;
  - Восходящая разработка;
  - Комбинированная разработка.
- Слоты – (наследование по иерархии):
  - Внутренние свойства;
  - Внешние свойства;
  - Части объекта;
  - Отношения с другими классами.

# Шаг 4. Определить ограничения(фацеты) слотов

---

- Мощность слота;
- Тип значений слота:
  - Строка;
  - Число;
  - Булево значение;
  - Набор значений;
  - Экземпляр разрешенных классов.

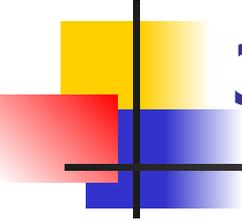
# Шаг 5. Создать экземпляры классов



---

- Процесс заполнения базы знаний фактами:
  - Выбрать класс;
  - Создать экземпляр класса (instance);
  - Задать значения слотов экземпляра.

# Шаг 6. Проверка работы запросов

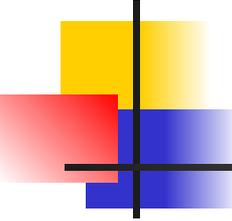


---

- Создать запросы, соответствующие выделенным вопросам;
- Проверить корректность их работы, возвращаются ли ожидаемые значения.

# 5. Основные направления развития ИИ

**Тема 5 Интеллектуальные  
информационные  
технологии**

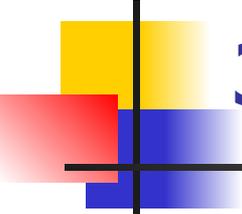


## 5.1 Имитация творчества

---

- Решение игровых задач (шахматы, шашки, домино, го);
- Автоматическое доказательство теорем;
- Программы анализа и синтеза музыкальных произведений;
- Генерация стихов, сказок, афоризмов.
- Программы моделирующие поведение.

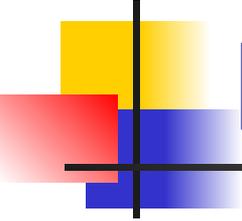
## 5.2 Системы основанные на знаниях



---

- Представление и использование знаний - основное направление развития современных интеллектуальных технологий.
- Включает в себя разработку способов представления знаний, извлечения знаний, а также создание систем, использующих эти знания.
- Наиболее известные продукты – экспертные системы.

## 5.3 Создание средств разработки для ИИ



---

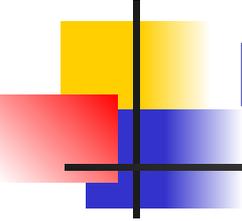
- Разработка инструментальных средств для создания интеллектуальных систем:
  - Разработка новых языков программирования, ориентированных на задачи ИИ;
  - Создание программ-оболочек для наполнения базой знаний (ЭКО, Protégé).
- Автоматический синтез программ.

## 5.4 Анализ и обработка естественного языка

---

- Создание ЕЯ – интерфейсов;
- Автоматическое реферирование;
- Автоматическая классификация документов;
- Машинный перевод(морфология, синтаксис, лингвистика);
- Извлечение фактов из текстов;
- Анализ текстов на предмет авторского права.

# 5.5 Новые архитектуры компьютеров

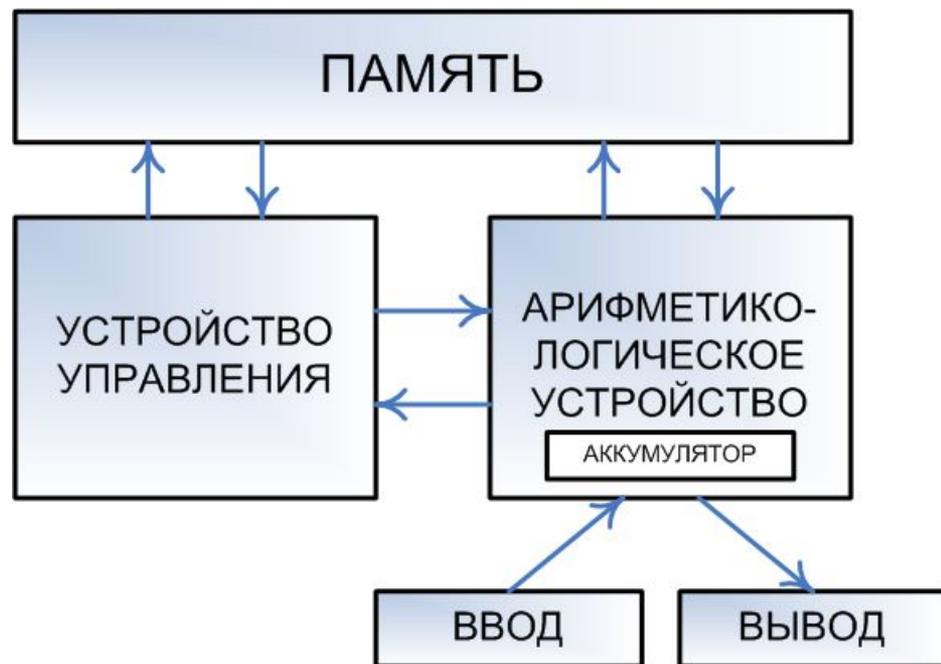


---

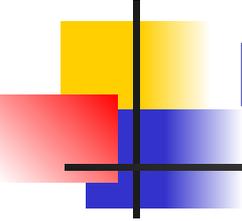
- Существующие ЭВМ используют архитектура фон Неймана и неэффективны в плане символьной обработки.
- Основная цель – разработать ЭВМ лучше подходящие для решения отдельных типов задач.

# Архитектура фон Неймана

- Принципы фон Неймана:
  - двоичное представление
  - программное управление
  - однородность памяти
  - адресуемость памяти
  - последовательное программное управление
  - условные переходы

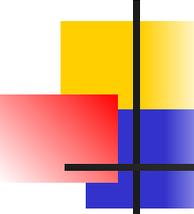


# Новые архитектуры компьютеров



---

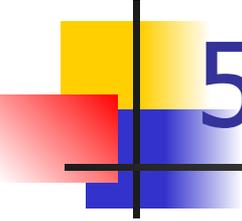
- Ассоциативные процессоры;
- Машины баз данных;
- Параллельные компьютеры;
- Векторные компьютеры;
- Графодинамический подход.



## 5.6 Интеллектуальные роботы

---

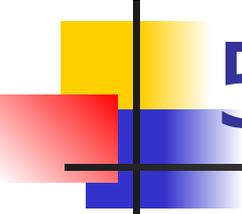
- Робот – электромеханическое устройство для автоматизации человеческого труда.
- Поколения:
  - 1-е – роботы с жесткой схемой управления;
  - 2-е – адаптивные роботы с сенсорами;
  - 3-е – интеллектуальные роботы.
- Основные проблемы: машинное зрение, хранение и обработка трехмерной визуальной информации.



## 5.7 Обучение и самообучение

---

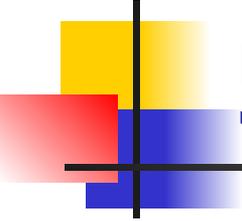
- Модели, методы и алгоритмы, ориентированные на автоматическое накопление и формирование знаний на основе анализа и обобщения данных.
- Включает в себя:
  - Data mining – анализ больших массивов данных
  - Knowledge discovery – поиск закономерностей в базах данных.



## 5.8 Распознавание образов

---

- Образы характеризуется свои набором свойств и признаков;
- Основные задачи:
  - Идентификация объектов.
  - Классификация объектов.
- Наиболее известные успехи – OCR или автоматическое распознавание текста.



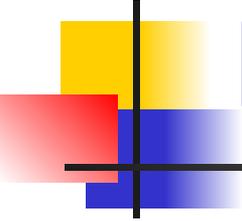
## 5.9 Прочие направления

---

- генетические алгоритмы;
- интеллектуальные интерфейсы;
- распознавание и синтез речи;
- многоагентные системы;
- онтологии;
- Semantic web;
- менеджмент знаний.

Спасибо за внимание!

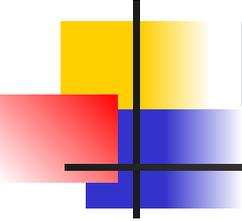
Есть ли вопросы?



# Вопросы к зачету

---

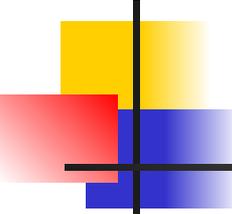
- 77. Понятие искусственного интеллекта.
- 78. Понятие интеллектуальной задачи.
- 79. Поведенческие критерии интеллекта. Критерий Тьюринга.
- 80. Понятие предметной области. Виды предметных областей.
- 81. Основные этапы развития искусственного интеллекта как науки.



# Вопросы к зачету

---

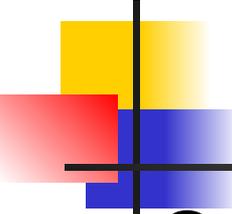
82. Основные подходы к исследованиям в области ИИ.
83. Понятие знаний. Классификация видов знаний.
84. Основные свойства отличающий знания от данных.
85. Основные задачи инженерии знаний.
86. Требования к представлению знаний.  
Понятие модели представления знаний.



# Вопросы к зачету

---

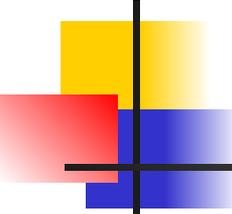
87. Представление знаний при помощи формальных логических моделей.
88. Представление знаний при помощи продукций.
89. Представление знаний при помощи семантических сетей.
90. Понятие mindmap. Основные принципы построения.
91. Представление знаний при помощи фреймов.



# Вопросы к зачету

---

- 92. Основные методы извлечения знаний.
- 93. Понятие онтологии. Цели создания онтологий.
- 94. Принципы создания онтологий. Основные задачи, решаемые при помощи онтологий.
- 95. Классификация онтологий. Формальная модель онтологии.
- 96. Алгоритм создания онтологии в среде Protégé.



# Вопросы к зачету

---

97. Основные направления интеллектуальных информационных технологий.
98. Распознавание образов. Робототехника.
99. Новые архитектуры компьютеров.  
Средства разработки интеллектуальных систем.
100. Анализ и обработка естественного языка.  
Имитация творчества.