

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный  
технический университет»

Кафедра АСУ



## **Системы искусственного интеллекта**

### ***Лекция 1***

# **ПОНЯТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА. ЗНАНИЯ**

**д.т.н. Сараев Павел Викторович**

Липецк - 2024

# **ПЛАН ЛЕКЦИИ**

## **Глава 1. Основные понятия интеллектуальных систем**

1.1. Понятие искусственного интеллекта (ИИ) и интеллектуальной системы (ИС)

1.2. История ИИ.

1.3. Направления ИИ.

## **Глава 2. Модели представления знаний.**

### **Экспертные системы**

2.1. Знания. Виды знаний.

2.2. Построение концептуальной модели предметной области.

# ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид занятий	Объем, ч
Аудиторные, в т.ч.	48
- лекции	16
- лабораторные занятия	32
Консультации	3
СРС (самостоятельная работа)	51
Пром. контроль	6
<b>ВСЕГО</b>	<b>108</b>

## Контроль:

- индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)
- зачет

# СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел	Основные вопросы
Понятие искусственного интеллекта	1. Понятие искусственного интеллекта. История искусственного интеллекта. Направления искусственного интеллекта.
Модели представления знаний. Экспертные системы	1. Знания. Процедурный и декларативный виды знаний. Представление знаний. Метод резолюций. Автоматическое доказательство теорем. 2. Понятие и структура экспертных систем: база знаний, машина вывода. Разработка экспертных систем. Программное обеспечение для создания интеллектуальных систем.
Нечеткие системы логического вывода	1. Основы нечеткой алгебры. Нечеткие множества. Нечеткие соответствия и отношения. Операции над ними. 2. Лингвистические переменные. Логический вывод. Экспертные системы, основанные на нечеткой логике.
Нейронные сети	1. Нейронные сети. Архитектуры нейронных сетей. Нейронные сети прямого распространения. Обучение нейронных сетей. Процедура обратного распространения ошибки. 2. Глубокие нейронные сети. Обучение с подкреплением.
Нейро-нечеткие системы	1. Нейро-нечеткие системы логического вывода. Нечеткие нейронные сети

# 1.1. Понятие искусственного интеллекта и интеллектуальной системы

## Глава 1. Основные понятия интеллектуальных систем

### 1.1. Понятие искусственного интеллекта (ИИ) и интеллектуальной системы (ИС)

**Определение** (Барр, Фейгенбаум). ИИ (*Artificial intelligence, AI* – «область информатики, которая занимается разработкой **интеллектуальных компьютерных систем**, т.е. систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом,— понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д.»

Основные усилия - эмуляция мышления человека.

Тесты на интеллектуальность:

1) А. Н. Колмогоров: «Любая материальная система, с которой можно достаточно долго обсуждать проблемы науки, литературы и искусства» - **интеллектуальна**.

2) А. Тьюринг: Если в процессе диалога людям не удастся установить, что один из участников — машина, то такая машина обладает **интеллектом**.

## 1.2. История ИИ

### 1.2. История ИИ

(П. Джексон)

Этап 1. Классический период (начиная с 50-х гг): игры и доказательство теорем.

#### Решение задач и головоломок.

Фундаментальная идея – поиск в пространстве состояний.

Множество проблем включает:

- исходное состояние проблемы;
- тест завершения;
- множество операций для изменения текущего состояния проблемы.



**Доказательство теорем.** Смысл: показать, как некоторое утверждение (теорема) логически следует из декларированного множества других утверждений или аксиом.

## 1.2. История ИИ

Этап 2. Романтический период (середина 60-х – середина 70-х гг): компьютер начинает понимать.

«**Машинное понимание**» - способность воспринимать естественный язык человека и вести осмысленный диалог. Основные результаты – схема «набор порождающих правил», которые со временем стали основным инструментом при проектировании экспертных систем и понятие сценария.

Премия Лёбнера - соревнуются программы в прохождении теста Тьюринга (с 1990)

<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>



## 1.2. История ИИ

Первая программа – ЭЛИЗА (ELIZA, 1965(1966), Джозеф Вейценбаум, MIT)

<http://www-ai.ijs.si/eliza/eliza.html>

[...]

**Eliza:** *Прискорбно слышать, что вы страдаете от депрессии.*

- Это правда. Я несчастна.

**Eliza:** *Считаете ли вы, что ваш визит сюда поможет вам перестать быть несчастной?*

- По меньшей мере, я убеждена, что мне необходима помощь.

**Eliza:** *Что вы имеете в виду под необходимой вам помощью?*

- Возможно, мне следует научиться ладить со своей матерью.

**Eliza:** *Расскажите мне более подробно о вашей семье.*

- Моя мать заботится обо мне.

**Eliza:** *Кто еще в вашей семье заботится о вас?*

- Мой отец.

**Eliza:** *Ваш отец.*

- А вы в некотором роде похожи на моего отца.

**Eliza:** *В чем вы усматриваете сходство?*

- У вас мягкий характер, но мне кажется, вам не хочется, чтобы я это заметила.

**Eliza:** *Что дает вам повод считать, что у меня мягкий характер?*

- Ваше стремление избегать споров.

[...]



## 1.2. История ИИ

**Этап 3. Период модернизма** (середина 70-х – конец 80-х гг.): технологии и приложения.

Усилия направлены на разработку методов разбиения знаний, присущих человеку, на модули, которые можно было бы активизировать по заданной схеме .

Сформированы основные элементы экспертных систем: база знаний, машина логического ввода.

Разработчики на практике убедились, как сложно создавать и отлаживать системы, базирующиеся на правилах. По мере расширения базы знаний оказалось, что правила имеют тенденцию взаимодействовать в пределах системы самым неожиданным образом, соревнуясь за приоритет при решении проблемы, что разные режимы управления правилами эффективны для проблем одного типа и не дают эффекта при решении проблем другого типа.

## 1.2. История ИИ

### Этап 4. Период постмодернизма (начало 90-х гг. — настоящее время)

Этот этап во многом определяется развитием Internet-приложений, в частности интеллектуальных агентов и советчиков, облегчающих и упрощающих извлечение информации при работе со средствами электронной коммерции. Успехи и неудачи в области искусственного интеллекта в этот период в значительной мере зависят от возможности и желания исследователей преодолеть влияние традиционных концепций, характерных для прежних периодов, и сосредоточить усилия на реальных проблемах новой информационной среды.

Также: развитие нейросетевых технологий, нечёткой логики, эволюционных алгоритмов..

## 1.2. История ИИ

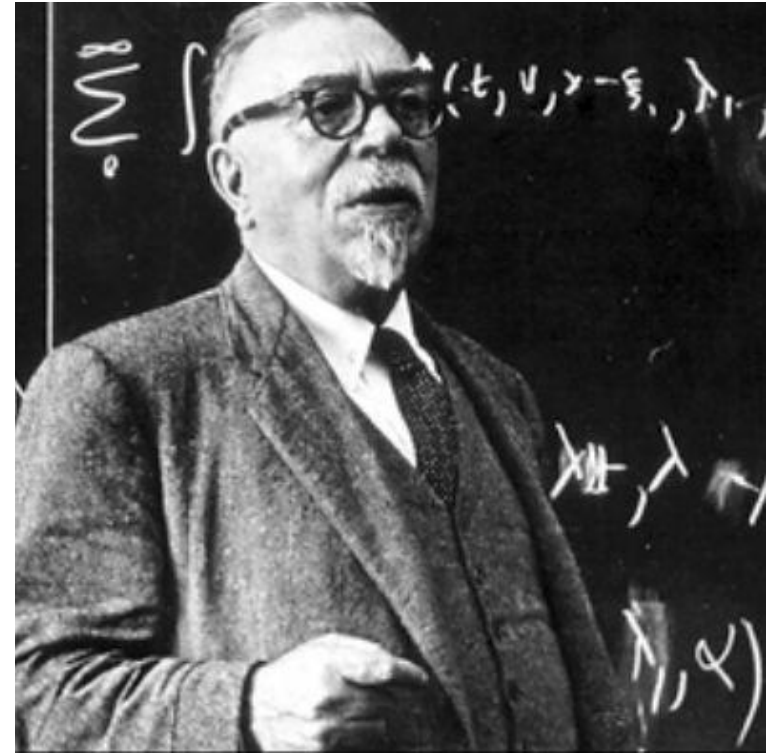
### Крупнейшие ученые в области ИИ:

*Зарубежные:*

Тьюринг, Алан  
(родился 23.06.1912s)



Винер, Норберт



## 1.2. История ИИ

Мински, Марвин



Розенблатт, Фрэнк



Паперт, Сеймур



## 1.2. История ИИ

*Отечественные:*

Глушков, Виктор Михайлович



Поспелов, Дмитрий Александрович



## 1.3. Направления ИИ

### 1.3. Направления ИИ

Два подхода к построению интеллектуальных систем: **нейробионический** и **информационный**. Суть первого - деятельность мозга моделируется на основе информации о его строении и протекающих в нём процессах с нейрофизиологической точки зрения. Суть второго – неважно, как именно устроен мозг, важен способ мышления, обработки данных и знаний.

(Д.А. Поспелов)

1.Машинный перевод.

«*Homogeneous student body*»

«Гомогенное тело студента»

«*Our cat gave birth to three kittens — two whites and one black*»

«ПРОМТ» (версия 7.0, 2007)

«Наш кот родил трёх котят — двух белых и одного афроамериканца»

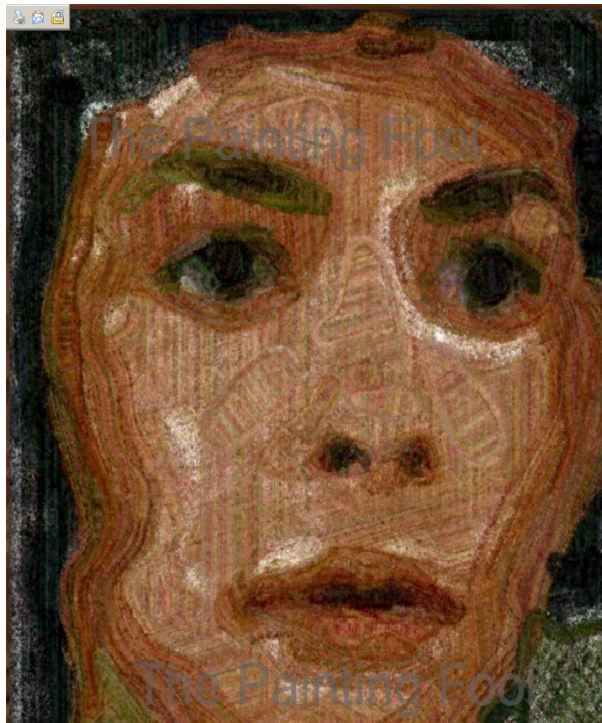
### 1.3. Направления ИИ

2. Автоматизированное реферирование и информационный поиск.
3. Доказательство теорем.
4. Распознавание образов (статистические методы распознавания по своим идеям далеки от ИИ).
5. Игровые программы (Deer Blue, 1997).



### 1.3. Направления ИИ

#### 6. Творчество (сочинение музыки и текстов, рисование).





## 1.3. Направления ИИ

### 7. Робототехника.



## 2.1. Знания. Виды знаний

### Глава 2. Модели представления знаний. Экспертные системы

#### 2.1. Знания. Виды знаний.

В связи с развитием вычислительной техники возникла необходимость **изложения знаний**, используемых человеком для решения задач, в **форме, пригодной для обработки** с помощью **компьютеров**.

*Определение?* Знание – неопределяемое понятие

*Определение (в ИИ).* Знания – совокупность данных о мире, включающих в себя информацию о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, а также правилах использования этой информации для принятия решений.

Главное отличие знаний от данных - в их активности, т.е. появление в базе новых фактов или установление новых связей может стать источником изменений в принятии решений.

## 2.1. Знания. Виды знаний

Два способа формализации знаний:

- 1) **процедурный** (алгоритмический);
- 2) **декларативный**.

Процедурный подход - знания выражаются в виде жесткой последовательности действий, предписываемых к выполнению компьютером (НУ - **четкий алгоритм**). Составленная программа составляет единое целое со знаниями.

Недостатки:

- 1) Затрудняется разработка в связи с увеличением сложности решаемых задач.
- 2) Изменения, происходящие в предметной области, часто требуют корректировки алгоритма решения задачи, повторного написания фрагментов программы.

## 2.1. Знания. Виды знаний

Попытки решения неформализованных задач, а также попытки устранить недостатки процедурного подхода привели к формированию направления ИИ – **инженерии знаний** (ИЗ).

**Определение** (Фейгенбаум, МакКордак). ИЗ (*Knowledge Engineering*) – раздел инженерии, направленный на внедрение знаний в компьютерные системы для решения комплексов задач, обычно требующих богатого человеческого опыта.

ИЗ изучает методы и средства извлечения, представления, структурирования и использования знаний. Задача - выделение знаний из программного обеспечения и превращения их в одну из компонент ее информационного обеспечения, называемую **базой знаний** – это приводит к **декларативному** способу формализации знаний. Решение же производится с помощью автономного **механизма логического вывода**.

**Определение (в ИЗ).** Знания - формализованная информация, на которую ссылаются или используют в процессе логического вывода.

## 2.2. Построение концептуальной модели предметной области

### 2.2. Построение концептуальной модели предметной области.

Начальный этап в представлении знаний – построение концептуальной модели предметной области.

**Концептуальная модель** предметной области (ПО) - описание данных и процессов задачи, а также построение ее пространства состояний на уровне, когда объекты предметной области и происходящие в ней процессы представляются их знаковыми или лексическими эквивалентами - понятиями, а затем раскрываются объемы и содержания этих понятий.

Анализ понятий данной ПО, связанных с решаемой задачей, позволяет выделить характерные признаки и свойства соответствующих объектов, необходимых для реализации требуемых задач процессов.

## 2.2. Построение концептуальной модели предметной области

ПО задачи представляется в виде совокупности множеств:

$$\langle \mathbf{X}, \mathbf{C}, \mathbf{R}, \mathbf{G} \rangle,$$

$\mathbf{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  - множество имен объектов (предметов и сущностей), с которыми мы имеем дело при решении задачи;

$\mathbf{C} = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$  - множество имен свойств объектов из множества  $\mathbf{X}$  (характерных признаков этих объектов). Каждый объект из множества  $\mathbf{X}$  получает свое содержание в виде совокупности необходимых для решения данной задачи свойств, т.е.:

$x_i = (c_j, c_k, \dots, c_z)$ , где для каждого свойства определяются области значений:  $c_j = (c_{j1}, c_{j2}, \dots, c_{jp})$ , ...,  $c_z = (c_{z1}, c_{z2}, \dots, c_{zq})$ ;

$\mathbf{R} = (r_1, r_2, \dots, r_n)$  - множество имен отношений, в которые могут вступать объекты моделируемой ПО;

$\mathbf{G} = (g_1, g_2, \dots, g_k)$  - множество имен действий (операций), которые допустимы над этими объектами путем изменение значений их свойств и отношений между ними.



## 2.2. Построение концептуальной модели предметной области

**Факты** - означенные свойства и отношения.

**Состояние** ПО  $S_{по}$  - совокупность всех фактов, определяющих состояние каждого объекта. Состояние ПО определяется в фиксированный момент  $t_i$  времени следующим образом:

$$S_{по}(t_i) = \{ X(t_i), C(t_i), R(t_i) \}$$

Состояния ПО изменяются под влиянием действий из множества  $G$ .

Каждому действию из множества  $G$  соответствует *состояние-предусловие*, т.е. состояние ПО, к которому применимо данное действие. В результате выполнения этого действия изменяются значения некоторых элементов множеств  $C$  и  $R$ , связанных с применяемым действием, т.е. формируются новые факты. Получившееся новое состояние является *состоянием-постусловием* данного действия.

## 2.2. Построение концептуальной модели предметной области

Задача состоит в переводе ПО из начального состояния -  $S_H$  в некоторое заданное, определяемое как целевое -  $S_U$ . Т.о., процесс решения задачи заключается в том, чтобы определить цепочку действий, последовательное применение которых к начальному состоянию ПО переводит ее в целевое состояние.

Схема решения выражается формулой:

$$S_H \xrightarrow{G} S_U$$

Целевое состояние определяется выражением:

$$S_U = g_i (g_n(g_m(\dots\dots g_k( S_H ))))$$

Последовательность  $(g_k, \dots, g_m, g_n, g_i)$  представляет собой алгоритм решения задачи. Поиском такого алгоритма занимается экспертная система.



## 2.2. Построение концептуальной модели предметной области

*Пример. Построить концептуальную модель печати документа на принтере. Начальное состояние – компьютер включен, принтер выключен, чистой бумаги в принтере нет. Все предмете находятся в одном месте.*

### Множество объектов ПО X:

П - пользователь

ПР – принтер

ТР – текстовый редактор

Д – документ

Б – бумага

### Множество свойств объектов C:

ПР (включен) – принтер включен

ПР (выключен) – принтер выключен

Б (чистая) – бумага чистая

Б (текст) – бумага с напечатанным текстом

ТР (загружен) – текстовый редактор загружен

ТР (не загружен) – текстовый редактор не загружен

## 2.2. Построение концептуальной модели предметной области

Множество отношений между объектами  $R$ :

$O(ТР, Д)$  – документ открыт в текстовом редакторе

$\sim O(ТР, Д)$  – документ в текстовом редакторе не открыт

$B(ПР, Б)$  – бумага находится в принтере

$\sim B(ПР, Б)$  – бумага находится вне принтера

**Начальное состояние:**

$S_n = (ПР(выключен), Б(чистая), ТР(не загружен), \sim O(ТР, Д), \sim B(П, Б))$

**Целевое состояние:**

$S_c = (ПР(выключен), Б(текст), ТР(не загружен), \sim O(ТР, Д), \sim B(П, Б))$

Множество действий (операций)  $G$ :

$g_1 = ЗАГРУЗИТЬ(П, ТР)$  – пользователь загружает текстовый редактор

$S_n \rightarrow g_1 \rightarrow S_1$

$S_1 = (ПР(выключен), Б(чистая), ТР(загружен), \sim O(ТР, Д), \sim B(П, Б))$

$g_2 = ОТКРЫТЬ(П, Д)$  – пользователь открывает документ

$S_1 \rightarrow g_2 \rightarrow S_2$

$S_2 = (ПР(выключен), Б(чистая), ТР(загружен), O(ТР, Д), \sim B(П, Б))$

## 2.2. Построение концептуальной модели предметной области

$g_3 = \text{ВКЛЮЧИТЬ}(\text{П}, \text{Д})$  – пользователь включает принтер

$S_2 \rightarrow g_3 \rightarrow S_3$

$S_3 = (\text{ПР}(\text{включен}), \text{Б}(\text{чистая}), \text{ТР}(\text{загружен}), \text{О}(\text{ТР}, \text{Д}), \sim \text{В}(\text{П}, \text{Б}))$

$g_4 = \text{ПОЛОЖИТЬ}(\text{П}, \text{Б})$  – пользователь кладет чистую бумагу в принтер

$S_3 \rightarrow g_4 \rightarrow S_4$

$S_4 = (\text{ПР}(\text{включен}), \text{Б}(\text{чистая}), \text{ТР}(\text{загружен}), \text{О}(\text{ТР}, \text{Д}), \text{В}(\text{П}, \text{Б}))$

$g_5 = \text{ПЕЧАТЬ}(\text{П}, \text{Д})$  – пользователь печатает открытый в текстовом редакторе документ на принтере

$S_4 \rightarrow g_5 \rightarrow S_5$

$S_5 = (\text{ПР}(\text{включен}), \text{Б}(\text{текст}), \text{ТР}(\text{загружен}), \text{О}(\text{ТР}, \text{Д}), \text{В}(\text{П}, \text{Б}))$

$g_6 = \text{ВЫКЛЮЧИТЬ}(\text{П}, \text{Д})$  – пользователь выключает принтер

$S_5 \rightarrow g_6 \rightarrow S_6$

$S_6 = (\text{ПР}(\text{выключен}), \text{Б}(\text{текст}), \text{ТР}(\text{загружен}), \text{О}(\text{ТР}, \text{Д}), \text{В}(\text{П}, \text{Б}))$

## 2.2. Построение концептуальной модели предметной области

$g_7 = \text{ВЫГРУЗИТЬ}(\Pi, \text{ТР})$  – пользователь закрывает текстовый редактор (выгружает из памяти) вместе с открытым документом

$S_6 \rightarrow g_7 \rightarrow S_7$

$S_7 = (\text{ПР}(\text{выключен}), \text{Б}(\text{текст}), \text{ТР}(\text{не загружен}), \sim \text{О}(\text{ТР}, \text{Д}), \text{В}(\Pi, \text{Б}))$

$g_8 = \text{ЗАБРАТЬ}(\Pi, \text{Б})$  – пользователь забирает бумагу, на которой напечатан текст

$S_7 \rightarrow g_8 \rightarrow S_8$

$S_8 = (\text{ПР}(\text{выключен}), \text{Б}(\text{текст}), \text{ТР}(\text{не загружен}), \sim \text{О}(\text{ТР}, \text{Д}), \sim \text{В}(\Pi, \text{Б})) = S_{\text{ц}}$

Т.о., целевое состояние достигнуто. Алгоритм решения задачи:

$S_{\text{ц}} = g_8(g_7(g_6(g_5(g_4(g_3(g_2(g_1(S_{\text{н}}))))))))$

Пример



# ОСНОВНЫЕ МОМЕНТЫ ЛЕКЦИИ

1. ИИ – направление информатики, занимающееся решением **трудноформализуемых** задач, которые **не решаются в рамках «классических» компьютерных вычислений**.
2. Важное понятие в ИИ – пространство состояний и методы поиска решений.
3. В ИИ множество направлений – от решения головоломок до робототехники и творчества.
4. Важная задача в ИИ – **формализация и представление знаний эксперта в форме, понятной компьютерам**. Этим занимается инженерия знаний.
5. Начальный этап в представлении знаний – построение **концептуальной модели** предметной области.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2001.– 384 с.
2. Болотова Л.С., Смольянинов А.А. Неформальные модели представления знаний в системах искусственного интеллекта: Учебное пособие/ МИРЭА.–М., 1999.–100 с.
3. Болотова Л.С., Смирнов Н.А., Смольянинов А.А. Системы искусственного интеллекта. Теоретические основы и формальные модели представления знаний: Учеб. пособие/ МИРЭА.– М., 2001. – 78 с.
4. Корнеев В.В., Гареев А.Ф., Васюти С.В., Райх В.В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации.– М.: «Нолидж», 2000.– 352 с.
5. Джексон П. Введение в экспертные системы.- М.: Изд-во Вильямс, 2001.- 624 с.
6. Мичи Д., Джонстон Р. Компьютер – творец.- М.: Мир, 1987.- 255 с.

**Asta Lavista BABY!**