

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.09 Введение в искусственный интеллект

**Направление подготовки (специальность)**

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

**Профиль образовательной программы**

“Автоматизированные системы обработки информации и управления”

**Форма обучения очная**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1.	Тематическое содержание дисциплины .....	3
----	--	---

## **1. Тематическое содержание дисциплины**

### **1.1. Тема 1: «Основные понятия искусственного интеллекта»(40часов).**

#### **1.1.1. Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

##### **1. Знания как объект изучения.**

Искусственный интеллект (ИИ) - это (применительно к проблематике АП) научная дисциплина, развивающая теорию и средства решения на ЭВМ плохо формализуемых задач на основе оперирования неформальными знаниями человека.

Работы в области ИИ ведутся по нескольким тесно связанным друг с другом направлениям: автоматическое доказательство теорем, распознавание образов и сцен, обработка естественного языка, автоматическое программирование, планирование целесообразного поведения роботов, консультирующие экспертные системы и др. Теоретические и практические результаты, достигнутые в каждом из этих разделов ИИ, находят или могут найти приложение в САПР.

В зависимости от масштабности той роли, которую призваны играть методы и средства ИИ в решении задач проектирования, условно можно выделить 3 уровня интеллектуализации САПР. На первом уровне средства ИИ используются лишь в качестве компонент отдельных подсистем САПР, где они используются для решения подзадач, решений которых формальными методами неэффективно или невозможно. Второй уровень предусматривает наличие в САПР, построенных на традиционных принципах, подсистем (проектирующих или обслуживающих), полностью организованных в соответствии с методологией ИИ. Третий уровень интеллектуальности достигается при построении САПР целиком на организационных принципах систем ИИ с использованием как формальных, так и эвристических процедур проектирования.

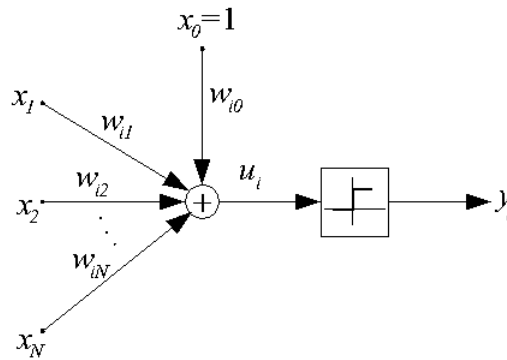
Основным объектом изучения и манипулирования в ИИ являются знания - не определяемое формально понятие, в которое обычно включается совокупность сведений, используемых человеком при решении конкретных задач.

Особенностями, отличающими знания от данных являются:

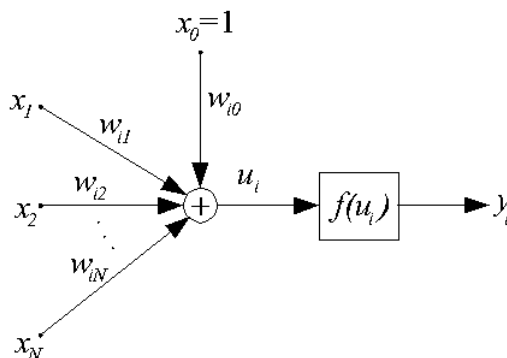
- интерпретируемость (понимаемая как наличие у элемента знаний смысла, не связываемого с какой-либо конкретной процедурой его обработки);
- структурированность (участие знаний в классифицирующих отношениях типа "элемент - класс", "часть - целое" и т.п.);
- связность (включение в причинно-следственные, пространственные, временные и др. отношения);
- активность (свойство знаний служить побудителем к действию).

##### **2. Модель искусственного нейрона.**

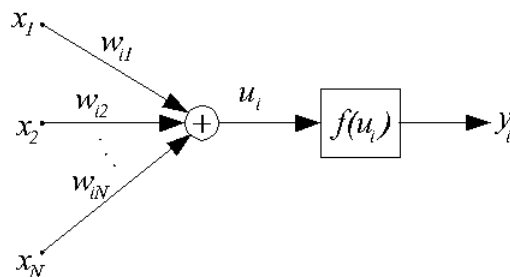
Данная модель искусственного нейрона (ИН) предложена в 1943 г. и называется также моделью МакКаллока-Питса. В этой модели нейрон считается бинарным элементом, его структурная схема представлена ниже.



Сигмоидальный нейрон. Нейрон данного типа устраняет основной недостаток персептрона - разрывность функции активации  $f(u_i)$ . Структурная схема сигмоидального нейрона представлена ниже.



Инстар Гроссберга. Структурная схема нейрона данного типа представлена ниже.



### 3. Язык логического программирования ПРОЛОГ.

Язык ПРОЛОГ предназначен для представления и использования знаний в различных предметных областях. Математическую основу языка составляет исчисление предикатов первого порядка (ИППП), при этом объекты предметной области, их свойства и связи представляются конъюнкцией правильно построенные формул специального вида, называемых дизъюнктами Хорна. Для решения задачи получения новой информации об отношениях предметной области, формулируемой как задача доказательства теоремы, в интерпретаторе системы программирования ПРОЛОГ реализован метод резолюции.

Программа на языке ПРОЛОГ состоит из утверждений (предложений, дизъюнктов Хорна), составляющих базу фактов и базу правил, к которым допустимо обращение с запросами. Запросы называются также целевыми утверждениями или просто целями.

Базу фактов в программе на языке ПРОЛОГ составляют утверждения, описывающие факты предметной области в виде структур, факторами которых являются атомы - имена отношений (предикатные буквы), а компонентами - предметные

константы. Более полезными с точки зрения пользователя и более сложными с точки зрения формирования ответа являются запросы, содержащие переменные в качестве компонент структуры. Поиск ответа на такой запрос связан с использованием механизма конкретизации переменных значениями в процессе сопоставления структур, представляющих собой запрос и факт. В рамках языка ПРОЛОГ считается, что переменная, как компонента структуры, всегда сопоставима с компонентой (любым термом) другой структуры, находящейся в той же самой позиции, что и переменная (естественно, при условии, что функторы структур совпадают). Если переменная сопоставляется с константой или структурой, то значением переменной становится эта константа или структура.

Для описания арифметических операций в языке ПРОЛОГ используются структуры, функторами которых выступают знаки арифметических действий, а компонентами - термы, являющиеся операндами. В качестве операндов могут использоваться числа, переменные и структуры. Последние, в свою очередь, должны представлять собой арифметические выражения. С точки зрения ИППП знаки арифметических операций в таких структурах выступают в качестве функциональных букв.

Однако запись арифметических выражений в форме структур (в префиксной форме) для человека непривычна, поэтому синтаксис языка ПРОЛОГ допускает для них и альтернативную - инфиксную - форму.

## **1.2. Тема 2: «Экспертные системы» (50 часов).**

### **1.2.1. Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

#### **1. Модели представления знаний.**

Модели представления знаний – это одно из важнейших направлений исследований в области искусственного интеллекта. Почему одно из важнейших? Да потому, что без знаний искусственный интеллект не может существовать в принципе. Действительно, представьте себе человека, который абсолютно ничего не знает. Например, он не знает даже таких элементарных вещей как: для того, чтобы не умереть от голода, необходимо периодически есть; не обязательно из одного края города в другой идти пешком, если для этих целей можно воспользоваться общественным транспортом.

Таких примеров удастся привести еще много, но уже сейчас можно легко ответить на следующий вопрос: «Поведение такого человека может считаться разумным?». Конечно же, нет. Именно поэтому, при создании систем искусственного интеллекта особенное внимание уделяется моделям представления знаний.

На сегодняшний день разработано уже достаточное количество моделей. Каждая из них обладает своими плюсами и минусами, и поэтому для каждой конкретной задачи необходимо выбрать именно свою модель. От этого будет зависеть не столько эффективность выполнения поставленной задачи, сколько возможность ее решения вообще.

Отметим, что модели представления знаний относятся к прагматическому направлению исследований в области искусственного интеллекта. Это направление основано на предположении о том, что мыслительная деятельность человека – «черный ящик». При таком подходе не ставится вопрос об адекватности используемых в компьютере моделей представления знаний тем моделям, которыми пользуется в аналогичных ситуациях человек, а рассматривается лишь конечный результат решения конкретных задач.

Рассмотрим три наиболее часто используемые и популярные на сегодняшний день

модели представления знаний: продукционные модели – модели, основанные на правилах, позволяют представить знание в виде предложений типа: «ЕСЛИ условие, ТО действие». Продукционные модели обладают тем недостатком, что при накоплении достаточно большого числа правил, они начинают противоречить друг другу; сетевые модели или семантические сети – как правило, это граф, отображающий смысл целостного образа. Узлы графа соответствуют понятиям и объектам, а дуги – отношениям между объектами; фреймовые модели – основываются на таком понятии как фрейм (англ. frame – рамка, каркас). Фрейм – структура данных для представления некоторого концептуального объекта. Информация, относящаяся к фрейму, содержится в составляющих его слотах. Слоты могут быть терминальными либо являться сами фреймами, т.е. образуя целую иерархическую сеть.

## 2. Формальные логические модели.

Основная идея при построении логических моделей знаний заключается в следующем – 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. В основе логических моделей знаний лежит понятие формальной теории, задаваемое кортежем:

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

A – счетное множество базовых символов (алфавит);

F – множество, называемое формулами;

Ax – выделенное подмножество априори истинных формул (аксиом);

R – конечное множество отношений между формулами, называемое правилами вывода.

Основные достоинства логических моделей знаний:

1) В качестве «фундамента» здесь используется классический аппарат математической логики, методы которой достаточно хорошо изучены и формально обоснованы;

2) Существуют достаточно эффективные процедуры вывода, в том числе реализованные в языке логического программирования «Пролог»;

3) В базах знаний можно хранить лишь множество аксиом, а все остальные знания получать из них по правилам вывода.

В логических моделях знаний слова, описывающие сущности предметной области, называются термами (константы, переменные, функции), а слова, описывающие отношения сущностей – предикатами.

Предикат – логическая N-арная пропозициональная функция, определенная для предметной области и принимающая значения либо истинности, либо ложности. Пропозициональной называется функция, которая ставит в соответствие объектам из области определения одно из истинностных значений («истина», «ложь»). Предикат принимает значения «истина» или «ложь» в зависимости от значений входящих в него термов.

Способ описания предметной области, используемый в логических моделях знаний, приводит к потере некоторых нюансов, свойственных естественному восприятию человека, и поэтому снижает описательную возможность таких моделей.

## 3. Правила-продукции.

Процедура логического вывода в системах, основанных на продукционных моделях, в принципе не сложная. Как правило, она включает следующие части:

1) Рабочую память (базу данных) – фактические данные, описывающие возможное и текущее состояние предметной области – хранящуюся в оперативной памяти;

2) Базу продукционных правил, содержащую все допустимые зависимости между фактами предметной области и хранящуюся в долговременной памяти;

3) Механизм логического вывода.

Механизм логического вывода обеспечивает формирование заключений, воспринимая вводимые факты как элементы правил, отыскивая правила, в состав которых входят введенные факты, и актуализируя те части продукции, которым соответствуют введенные факты. Теоретической основой построения механизма логического вывода служит теория машины Поста.

Механизм логического вывода выполняет функции поиска в базе правил, последовательного выполнения операций над знаниями и получения заключений. Существует два способа проведения таких заключений – прямые выводы и обратные выводы.

Пусть имеется совокупность продукций в виде цепочек правил:

$$\begin{aligned} A \rightarrow B; B \rightarrow C; C \rightarrow D; D \rightarrow E; \\ F \rightarrow G; G \rightarrow H; H \rightarrow D; \end{aligned}$$

Прямым выводам (прямой цепочке рассуждений) соответствует движение от посылок к следствиям.

Механизм логического вывода, использующий прямые выводы, в качестве образца выбирает введенный в базу данных (рабочую память) факт А и если при сопоставлении он согласуется с посылкой правила, то делается заключение В, которое тоже помещается в базу данных как факт, описывающий состояние предметной области. Последовательно выводятся новые результаты, начиная с уже известных. Однако отсутствие связи между фактами С и I может привести к обрыву процедуры и конечный результат Е не может быть получен. Это считается основным недостатком прямых механизмов логического вывода и требует от пользователя знания всей структуры модели предметной области. Особенно явно этот недостаток проявляется при включении в базу знаний новых фактов и правил: если они не связаны в цепочку с имеющимися фактами, то они становятся балластом – механизм логического вывода никогда их не найдет. С этой точки зрения использование обратной цепочки рассуждений предпочтительнее.

### **1.3. Тема 3: «Семантические сети и фреймы»(50 часов).**

#### **1.3.1. Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

##### **1. Основные понятия семантических сетей.**

Однозначное определение семантической сети в настоящее время отсутствует. В инженерии знаний под ней подразумевается граф, отображающий смысл целостного образа. Узлы графа соответствуют понятиям и объектам, а дуги – отношениям между объектами. Формально сеть можно задать в следующем виде:

$$H = \langle I, C, G \rangle$$

I – множество информационных единиц;

C – множество типов связей между информационными единицами;

G – отображение, задающее конкретные отношения из имеющихся типов C между элементами I.

Семантическая сеть как модель наиболее часто используется для представления декларативных знаний. С помощью этой модели реализуются такие свойства системы

знаний, как интерпретируемость и связность, в том числе по отношению IS-A и PART-OF. За счет этих свойств семантическая сеть позволяет снизить объем хранимых данных, обеспечивает вывод умозаключений по ассоциативным связям.

Одной из первых известных моделей, основанных на семантической сети, является TLC-модель (Teachable Language Comprehender – доступный механизм понимания языка), разработанная Куиллианом в 1968 году. Модель использовалась для представления семантических отношений между концептами (словами) с целью описания структуры долговременной памяти человека в психологии.

Как правило, различают экстенциональные и интенциональные семантические сети. Экстенциональная семантическая сеть описывает конкретные отношения данной ситуации. Интенциональная – имена классов объектов, а не индивидуальные имена объектов. Связи в интенциональной сети отражают те отношения, которые всегда присущи объектам данного класса.

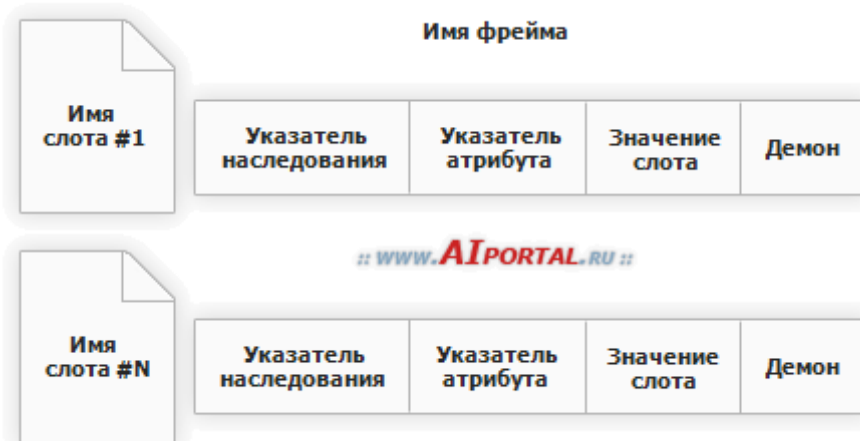
## 2. Основные понятия фрейма.

Фреймовая модель основана на концепции Марвина Мински (Marvin Minsky) – профессора Массачусетского технологического института, основателя лаборатории искусственного интеллекта, автора ряда фундаментальных работ. Фреймовая модель представляет собой систематизированную психологическую модель памяти человека и его сознания.

Фрейм (англ. frame – рамка, каркас) – структура данных для представления некоторого концептуального объекта. Информация, относящаяся к фрейму, содержится в составляющих его слотах.

Слот (англ. slot – щель, прорезь) может быть терминальным (листом иерархии) или представлять собой фрейм нижнего уровня.

Каждый фрейм, как показано на рисунке ниже, состоит из произвольного числа слотов, причем несколько из них обычно определяются самой системой для выполнения специфических функций, а остальные определяются пользователем.



Пояснение:

1) Имя фрейма (имя фрейма) – это идентификатор, присваиваемый фрейму. Фрейм должен иметь имя, единственное в данной фреймовой модели (уникальное имя);

2) Имя слота (имя слота) – это идентификатор, присваиваемый слоту. Слот должен иметь уникальное имя во фрейме, к которому он принадлежит. Обычно имя слота не несет никакой смысловой нагрузки и является лишь идентификатором данного слота, но в некоторых случаях оно может иметь специфический смысл;

3) Указатель наследования – только для фреймовых моделей иерархического типа; они показывают, какую информацию об атрибутах слотов во фрейме верхнего уровня наследуют слоты с такими же именами во фрейме нижнего уровня;



4) Указатель атрибутов – указатель типа данных слота. К таким типам относятся: FRAME (указатель), INTEGER (целое), REAL (вещественное), BOOL (булево), LISP (присоединенная процедура), TEXT (текст), LIST (список), TABLE (таблица), EXPRESSION (выражение) и другие;

5) Значение слота – значение, соответствующее типу данных слота и удовлетворяющее условиям наследования;

Демон – процедура, автоматически запускаемая при выполнении некоторого условия. Демон запускается при обращении к конкретному слоту фреймовой модели. Например, демон IF-NEEDED запускается, если в момент обращения к слоту его значение не было установлено, IF-ADDED запускается при подстановке в слот значения, IF-REMOVED запускается при стирании значения слота.

### 3. Источники экспертных знаний.

Формирование знаний – это процесс автоматического приобретения (порождения) системой искусственного интеллекта или инструментальным средством нового и полезного знания из исходной и текущей информации, которое в явном виде не формируют эксперты, в целях освоения новых процедур решения прикладных задач на основе использования различных моделей машинного обучения. Под приобретением знаний будем понимать процесс, основанный на переносе знаний из различных источников в базу знаний путем использования различных методов, моделей, алгоритмов и инструментальных средств.

Понятие получение знаний соотносится с понятиями извлечение, приобретение, формирование знаний как часть-целое.

Обучение базы знаний – это процесс ввода (переноса) приобретенных знаний в СИИ на основе применения совокупности методов, приемов и процедур в целях ее заполнения, расширения и модификации. Термин обучение рассматривается как свойство БЗ, как совокупность методов, приемов и процедур ввода знаний в БЗ и как процесс переноса знаний в СИИ.

Большинство методов извлечения и получения знаний основано на прямом диалоге с экспертом.