

## Проблема знаний

В данном разделе курса речь идет о проблемах формирования, хранения и использования «**знаний**» (пока мы считаем, что «знания» – любая информация о системе и ее окружении) на всех этапах жизненного цикла системы искусственного интеллекта (системы ИИ)/интеллектуальной системы (ИС).

### 1. Терминологические замечания:

а) **Предметная область (ПО)** – «срез» действительности, со своими объектами, отношениями.

**Проблемная область (ПО)** – Предметная область + характерные задачи.

Примеры:

Предметная область – Лисп как язык для обработки списков

Проблемные области: автоматический синтез программ на Лиспе,  
автоматизированное обучение приемам программирования на Лиспе.

б) Из психологии и педагогики нам известна триада: **знания – умения – навыки**.

**Знания** – усвоенные Понятия.

**Умения** – способность выполнять новые действия в новых условиях.

**Навыки** – действия, автоматизировавшиеся в процессе их усвоения и выполнения.

В работах по ИИ знаниями обычно называют и собственно знания, и умения, и навыки.

Поэтому говорят о: *базах понятий, базах фактов, базах правил* и т.п.

Вот, например, два определения из Интернет-ресурса «Тематическая служба толковых словарей» – <http://www.glossary.ru>.

*Знания (в информатике) – вид информации, отражающей опыт специалиста (эксперта) в определенной ПО, его понимание множества текущих ситуаций и способы перехода от одного описания объекта к другому.*

*Знания о ПО подразделяются на:*

*- факты, относящиеся к ПО;*

*- закономерности, характерные для ПО;*

*- гипотезы о возможных связях между явлениями, процессами и фактами;*

*- процедуры для решения типовых задач в данной ПО.*

Чтобы не вступать в противоречие с литературными источниками, мы согласимся с такой трактовкой (расширенной) термина **знания**.

в) **Базы знаний (БЗ)** в работах по ИИ часто не совсем корректно противопоставляются **базам данных** (утверждается, например, что базы знаний в отличие от баз данных имеют встроенный дедуктивный механизм вывода следствий из известных фактов и т.п.).

Для нас это феномены разноплановых уровней:

**База знаний** – (у нас) – совокупность «знаний» системы ИИ в компьютерном представлении. Средством представления «знаний» может быть, в частности, та или иная штатная база данных (в обычном смысле).

### 2. Некоторые острые аспекты проблемы знаний:

#### Проблема извлечения знаний

**Извлечение знаний** – процесс взаимодействия инженера по знаниям с источником знаний (экспертом), в результате которого становятся явными процесс рассуждений специалистов при принятии решения и структура их представлений о предметной области.

#### Проблема приобретения знаний

**Приобретение знаний** – автоматизированное построение базы знаний посредством диалога эксперта и/или инженера знаний со специальной программой формирования БЗ.

**Экспертные знания** – знания, которыми располагает специалист в некоторой проблемной области.

**Эксперт** – специалист в некоторой проблемной области.

**Инженер знаний/Инженер по знаниям/Когнитолог** – специалист по искусственному интеллекту, проектирующий и создающий базу знаний системы ИИ. Обычно инженер по знаниям выступает в роли «посредника» между экспертом и базой знаний

#### Проблема открытости знаний

Совокупность «знаний» системы ИИ неизбежно должна быть **открыта** для включения в нее новой информации, отражающей динамику проблемной среды и динамику поручаемых системе ИИ заданий.

Открытость может быть реализована по-разному:

- пополнение БЗ «хирургическим путем» (программист/администратор вносят изменения в тексты БЗ),
- обучение системы пользователем в рабочем режиме,
- самообучение системы (приспособление ее к новым условиям/задачам).

#### Проблема знаний

**3. Базовые методы представления знаний:**

**Метод представления знаний** – совокупность взаимосвязанных средств формального описания знаний и оперирования (манипулирования) этими описаниями.  
(аналог *модели данных* в теории Баз Данных – понятие концептуального уровня)

**Логические методы (язык предикатов)**

Знания, необходимые для решения задач и организации взаимодействия с пользователем, – факты (утверждения).

Факт – формула в некоторой логике.

Система знаний – совокупность формул.

База знаний – система знаний в компьютерном представлении.

Основные операции: логический вывод (доказательство теорем)

Примеры:

иметь (Саша, книга)	«Саша имеет книгу»
иметь (Саша, книги) $\rightarrow$ иметь (Саша, книга)	«Если Саша имеет книги, то он имеет книгу»
$(\forall x) [\text{человек}(x) \rightarrow \text{иметь}(x, \text{книга})]$	«Каждый человек имеет книгу»
$(\forall x) [\text{свободен}(x) \rightarrow \neg(\exists y) (\text{на}(y, x))]$	«Если кубик $x$ свободен, то нет такого кубика $y$ , который находится на кубике $x$ »

Достоинства:

- формальный аппарат вывода (новых фактов/знаний из известных фактов/знаний),
- возможность контроля целостности,
- простая и ясная нотация.

Недостатки:

- знания трудно структурировать,
- при большом количестве формул вывод идет очень долго,
- при большом количестве формул их совокупность трудно обозрима.

**Семантические сети**

Знания, необходимые для решения задач и организации взаимодействия с пользователем, – объекты/события и связи между ними.

Статические семантические сети – сети с объектами.

Динамические семантические сети (*сценарии*) – сети с событиями.

Система знаний – совокупность сетей (или одна общая сеть).

База знаний – система знаний в компьютерном представлении.

Для представления семантических сетей используются графы:

вершина	-	атомарный объект (событие),
подграф	-	структурно сложный объект (событие),
дуга	-	отношение или действие.

Примеры отношений:

род-вид	(«компьютер» – «персональный компьютер»)
целое-часть	(«компьютер» – «память»)
понятие-пример	(«компьютер» – «конкретный компьютер . . . »)

Основные операции: сопоставление с образцом, поиск, замена, взятие копии

Примеры семантических сетей:

Будут позже (на сегодняшней лекции).

Достоинства:

- знания хорошо структурированы, структура понятна человеку.

Недостатки:

- при большом объеме сети очень долго выполняются все операции,
- при большом объеме сети она трудно обозрима.

**Проблема знаний**

**Фреймы**

Знания, необходимые для решения задач и организации взаимодействия с пользователем, – фреймы.

Фрейм-понятие – отношение/действие + связанные этим отношением/участвующие в этом действии объекты.

Фрейм-пример – конкретный экземпляр отношения/действия + конкретные объекты (связанные этим отношением/участвующие в этом действии).

Система знаний – совокупность фреймов-понятий и фреймов-примеров.

База знаний – система знаний в компьютерном представлении.

Фрейм: ИМЯ - отношение/действие

СЛОТЫ - объекты или другие фреймы

С каждым слотом может быть связана такая информация:

УСЛОВИЕ НА ЗАПОЛНЕНИЕ (тип, «по умолчанию», связь с другими слотами)

АССОЦИИРОВАННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ (действия, выполняемые, например, при заполнении этого слота)

Основные операции: поиск фрейма/слота, замена значения слота, взятие копии фрейма-понятия

Примеры:

Фрейм-понятие «Перемещать»

ПЕРЕМЕЩАТЬ (кто?, что?, откуда?, куда?, когда?, . . .)

Условия: кто? – человек, робот, . . .

откуда? – место

. . .

Фрейм-пример

ПЕРЕМЕЩАТЬ (Саша, Саша, Главное\_Здание\_МГУ, Факультет\_ВМК, вчера в 15-30, . . .)

Фрейм-понятие «Персональный компьютер»

ПЕРСОНАЛЬНЫЙ\_КОМПЬЮТЕР (фирма-производитель?, процессор?, память?, . . .)

Фрейм-пример

ПЕРСОНАЛЬНЫЙ\_КОМПЬЮТЕР (ASUS, Intel Celeron, 512Мб, . . .)

Достоинства:

- знания хорошо структурированы, структура понятна человеку.

Недостатки:

- при большом количестве фреймов долго выполняются все операции,
- при большом количестве фреймов знания трудно обозримы.

**Продукции**

Знания, необходимые для решения задач и организации взаимодействия с пользователем, – продукции (продукционные правила).

Продукция – правило вида:  $p: \alpha \rightarrow \beta$  (где:  $p$  – предусловие,  $\alpha$  - антецедент,  $\beta$  - консеквент).

Система знаний – система продукционных правил + стратегия выбора правил.

База знаний – система знаний в компьютерном представлении.

Основные операции: вывод (применение правила, определение правила-преемника и т.д.)

Примеры:

True:  $T > 200^\circ\text{C} \ \& \ P > 5 \text{ кПа} \rightarrow$  открыть клапан № 3

True: X - башня  $\rightarrow$  X имеет\_часть Y1 & Y1 есть КРЫША & . . .

Достоинства:

- простая и ясная нотация.

Недостатки:

- при большом количестве правил вывод идет очень долго,
- при большом количестве правил их совокупность трудно обозрима.

#### 4.Сложности формирования БЗ (на примерах):

##### Пример: Формирование описания объекта на основе знаний «здорового смысла»

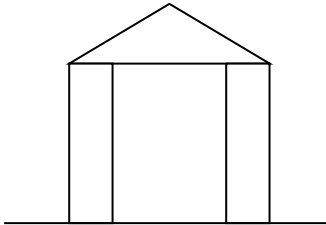
При описании **АРКИ** одного из объектов **Мира Кубиков** с помощью семантических сетей мы будем использовать: 1)объекты/понятия: **арка**, **блок**, пирамида (**пирам**), многогранник (**мног**);

2)отношения: **целое-часть** (1), **род-вид** (2), **поддерживает** (3) и некоторые другие.

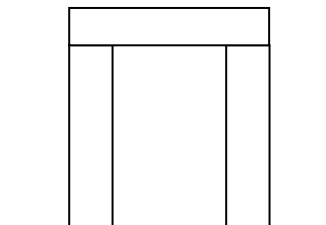
Рассматривается проекция трехмерных объектов на плоскость.

В описание не включается очевидный факт – работа с **Кубиками** ведется на плоскости (**table**).

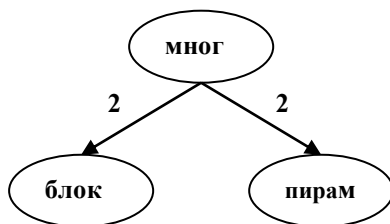
Достаточно естественный вариант АРКИ:



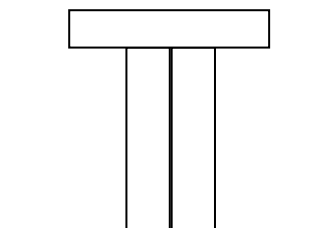
Другой возможный вариант АРКИ:



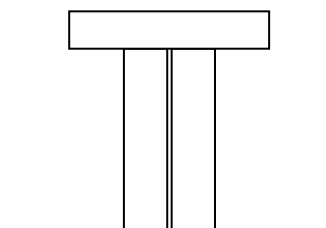
Если в БЗ будет указано, что **блок** и **пирам** – частные случаи объекта **мног** →



В этом описании не учтен «вырожденный» случай арки (см. ниже). Для того, чтобы исключить такой объект, следует указать, что **блоки** основания АРКИ не соприкасаются.

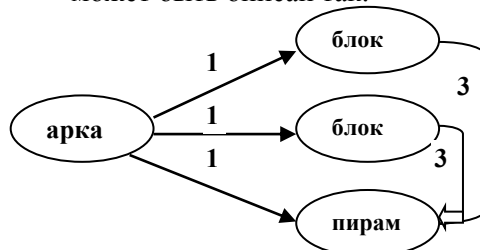


Не очень понятно, следует ли считать АРКОЙ объект, изображенный на следующем рисунке («феномен кучи»). Можно заменить в описании отношение **не соприкасаются** (4) отношением **расстояние между блоками > δ** (5).

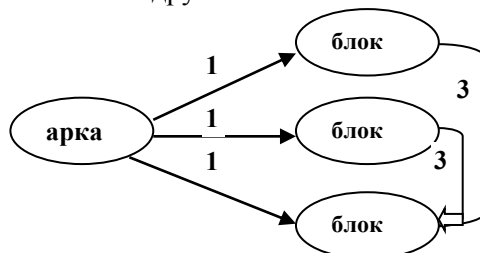


Отметим, что этот пример можно рассматривать не только в контексте описания (и его формализации) ПО человеком, но и в контексте обучения системы ИИ.

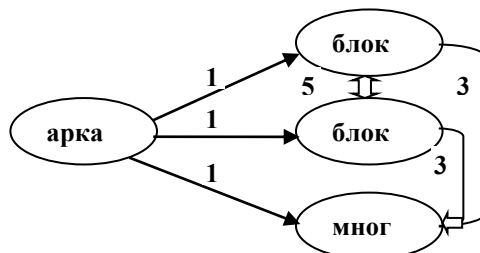
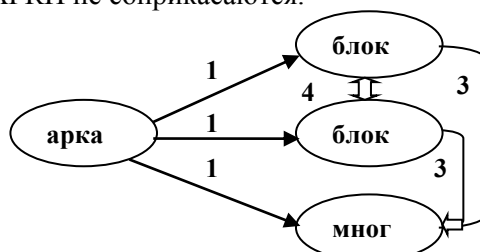
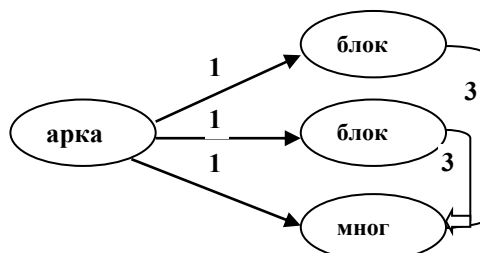
может быть описан так:



имеет другое описание:



можно дать обобщенное описание АРКИ:



**Пример: Использование в качестве источника информации о ПО энциклопедических источников**

Некоторые словарные статьи из «Толкового словаря Ожегова» (<http://www.ozhegov.ru/>):

**АВТОБУС:** *многоместный автомобиль для перевозки пассажиров*

**АВТОМОБИЛЬ:** *транспортное средство на колесном "реже полугусеничном или другом" ходу с собственным двигателем для перевозок по безрельсовым путям*

...

**МАШИНА:** *== автомобиль. Служебная, личная м. Гараж для машины.*

...

**ТРАМВАЙ:** *городская наземная электрическая железная дорога, а также ее вагон или поезд.*

...

**ТРОЛЛЕЙБУС:** *многоместная электрическая транспортная машина, идущая по безрельсовым путям.*

...

**РОТОР:** *вращающаяся часть в машинах.*

Верно ли такое формальное описание объекта «ротор» (логические методы представления знаний):

**Ротор (x) ↔ Часть (x, y) & Машина (y) & Вращается (x) ?**

Вероятно, нет. Так как, если Машина не работает, то Ротор не Вращается.

Возможное уточнение (требует привлечения информации, которой нет в источнике):

**Ротор (x) ↔ (∀t) [Работает (y, t) & Часть (x, y) & Машина (y) → Вращается (x)]**

**5. Метазнания в системах искусственного интеллекта:**

**Метазнания** – знания системы ИИ о ее собственных знаниях: как они структурированы, как и при каких условиях их можно менять (в том числе, с учетом проблемы полномочий: автоматическое изменение, изменения после получения подтверждения от пользователя, изменение пользователем).

С использованием *метазнаний* в экспертных системах мы познакомимся в соответствующем разделе.

В данном разделе мы рассматриваем *метазнания* как средство разрешения конфликта между наличными знаниями системы ИИ (содержанием базы знаний) и входной информацией.

Примеры конфликтов:

- не удастся завершить анализ текста условия задачи, т.к. в нем встретилось незнакомое системе ИИ слово;
- не удастся продолжить планирование решения, т.к. ни один оператор к очередной вершине дерева поиска неприменим;
- новый факт формально противоречит одному из ранее известных.

Разрешение конфликта (на примере появления во входном тексте слова, которое не входит в словарь системы ИИ):

- поиск возможных причин (незнакомое слово – это либо действительно новое слово, либо слово с орфографической ошибкой);
- их динамическое (в текущем сеансе общения с известным пользователем: один часто допускает клавиатурные ошибки, другой любит использовать необычные/редкие слова) упорядочение;
- выбор наилучшего способа устранения конфликта (заменить букву, вставить пропущенный пробел и т.п.);
- необходимая временная коррекция базы знаний (например, временное снятие запрета на появление незнакомых слов) или изменение входных данных (исправление орфографической ошибки);
- обучение (*факультативно*), например, запись в словарь системы нового слова.

Вспомним, что модуль проверки правописания текстового процессора при появлении незнакомое системе слова предлагает: **пропустить** это слово, **исправить** ошибку (выбрав вариант, предлагаемый системой, либо, предложив свой вариант исправления) или **добавить** слово в словарь системы.