

# Семантические сети



Интеллектуальные системы в  
машиностроении

Лекция 2.5

# Семантическая сеть как метод представления знаний

---

- *семантическая сеть*, этот метод представления знаний позволяет описывать объекты, явления и понятия предметной области с помощью сетевых структур, основанных на теории графов
- *семантика* – это наука, устанавливающая отношения между символами и объектами, которые они обозначают, или наука, определяющая смысл знаков
- *сеть* – разновидность графа

# Первые исследования в области графических языков

---

- *Экзистенциальные графы (existential graph)*, Чарльз Пирс (Charles Sanders Peirce), 1909 год - основа *графической логики*, которую он называл «логикой будущего»;
- *Теория схематического упреждения (schematic anticipation)*, Отто Зельц (Otto Selz), 1922 год - целенаправленный метод фиксации мыслительного процесса при поиске ассоциаций и обобщенных понятий;
- Ньюэлл и Саймон адаптировали метод Зельца для изучения процесса решения проблем человеком;
- Росс Квиллиан (Ross Quillian) использовал комбинацию сетей Зельца и семантических сетей для построения системы машинного перевода;
- *Графы концептуальной зависимости*, Шенк и Теслер (Schank, Tesler), 1969;
- *Сети структурного наследования*, Бракман (Brachman), 1979;

# Ассоциативная модель памяти и представление смысла

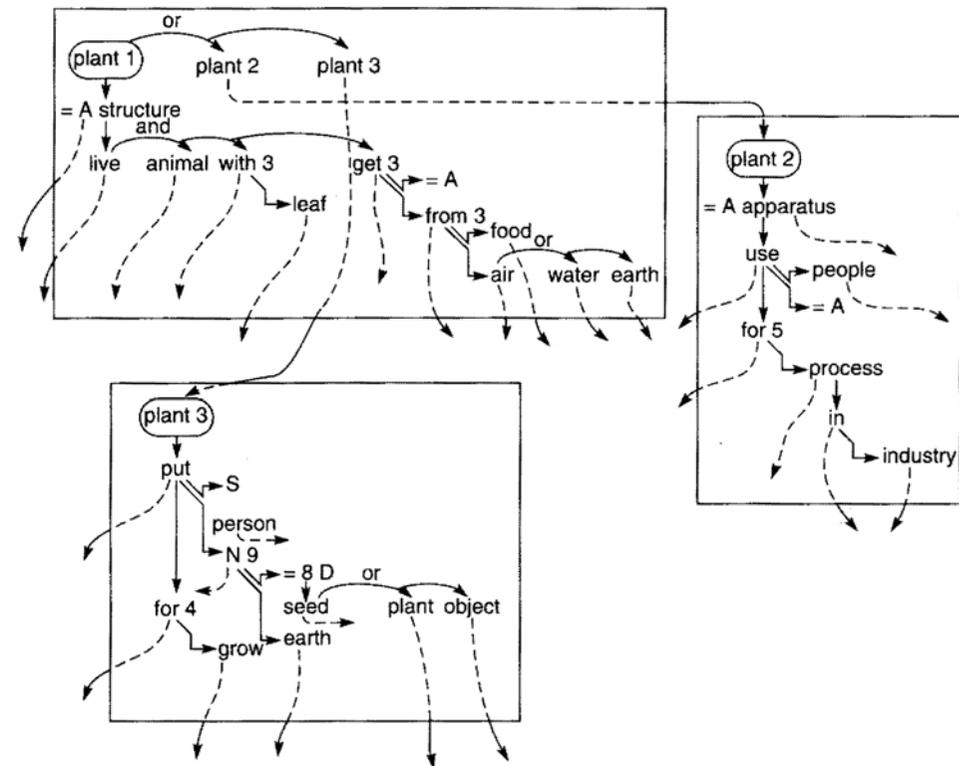
---

- ❑ Росс Квиллиан (Ross Quillian): в основе восприятия текста человеком лежит «создание некоторого рода мысленного символического представления»;
- ❑ Моделирования человеческой памяти с помощью сетевых структур, в которых узлы соответствуют *словесным понятиям*, а связи между узлами – отношениям между понятиями;
- ❑ Структура сети: узел-тип соответствует какому-либо понятию и связан с определенной комбинацией узлов-лексем, являющихся определением данного понятия, а смысл узла-лексем определяется через ссылку на соответствующие узлы-типы (подобно толковому словарю).

# Пример: три различных определения понятия plant

На рисунке представлены три плоскости, в которых представлены сети для определения различных значений слова plant:

- Plant 1 – Живая структура, которая не является животным, часто с листьям получающая пищу из воздуха, воды и земли.
- Plant 2 – Оборудование, используемое для некоторого технологического процесса
- Plant 3 – Помещать (семя, растение и т.п.) в землю д. выращивания.



# КОГНИТИВНАЯ ЭКОНОМИЯ

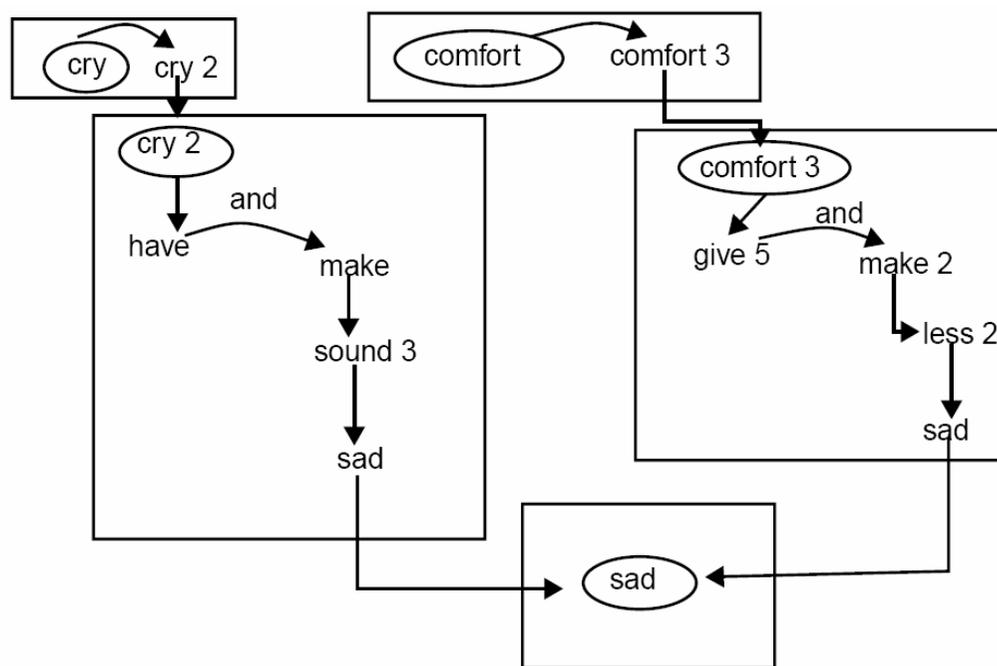
---

- Передача свойств от определяющих понятий или типов к определяемому понятию (сегодня используется термин «наследование»);

Определим термин «машина» как конструкцию, состоящую из связанных компонентов, выполняющих некоторую работу. Это определение требует связать тип «машина» с лексемами «конструкция» и «компонент». Если теперь определить тип «компьютер», как разновидность «машины», то можно будет сказать, что компьютер является конструкцией из компонентов, выполняющих определенную работу.

# Пример работы программы (1961)

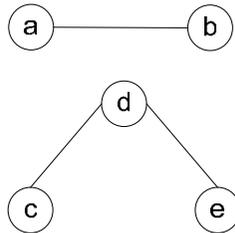
- Программа осуществляла поиск в базе знаний отношений между парами слов, пытаясь определить общее определяющее понятие или узел пересечения.
- Эта программа смогла отыскать пересечение понятий плач и комфорт и заключила следующее: «Плач (Cry 2) связан с производством печальных звуков. Покой (Comfort 3) может уменьшить печаль»



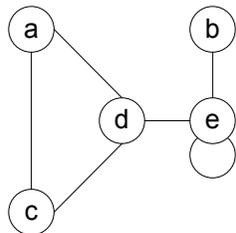
# Психологические теории и эксперименты

- Интеллектуальные функции человека подразумевают существование ассоциативной сети, в которой одни понятия соединяются с другими, Гордона Бауэра (Gordon H. Bower), 1979. Эта сеть своего рода «метауровень», отвечающий за отбор, организацию и преобразование информации.
- Коллинзом и Квиллианом были исследованы вопросы хранения и скорости извлечения информации из памяти человека, 1968. Лабораторные эксперименты показали, что время реакции людей на простые вопросы типа «Канарейка – это птица?», «Канарейка может летать?» или «Канарейка может петь?» отличается.
- *Теория распространения активации*, Коллинз и Элизабет Лофтус (Loftus), предполагает, что в сети ассоциаций связи имеют различную «длину». Более короткие связи соответствуют более прочной связи между понятиями, а более длинные – менее сильной связи. Понятие становится более доступным после предъявления связанного с ним *подготавливающего стимула* или какого-либо другого слова. Например, при предъявлении зеленого цвета, вероятнее, что человек опознает слово «зеленый» быстрее. Более того, при предъявлении зеленого цвета, опознавание таких слов, как «трава» или более отдаленной ассоциации – «лужайка» происходит быстрее, чем при отсутствии подготавливающего стимула.

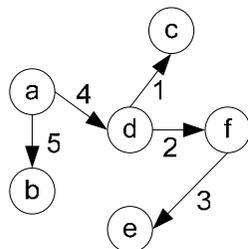
# Графы



Обыкновенный граф



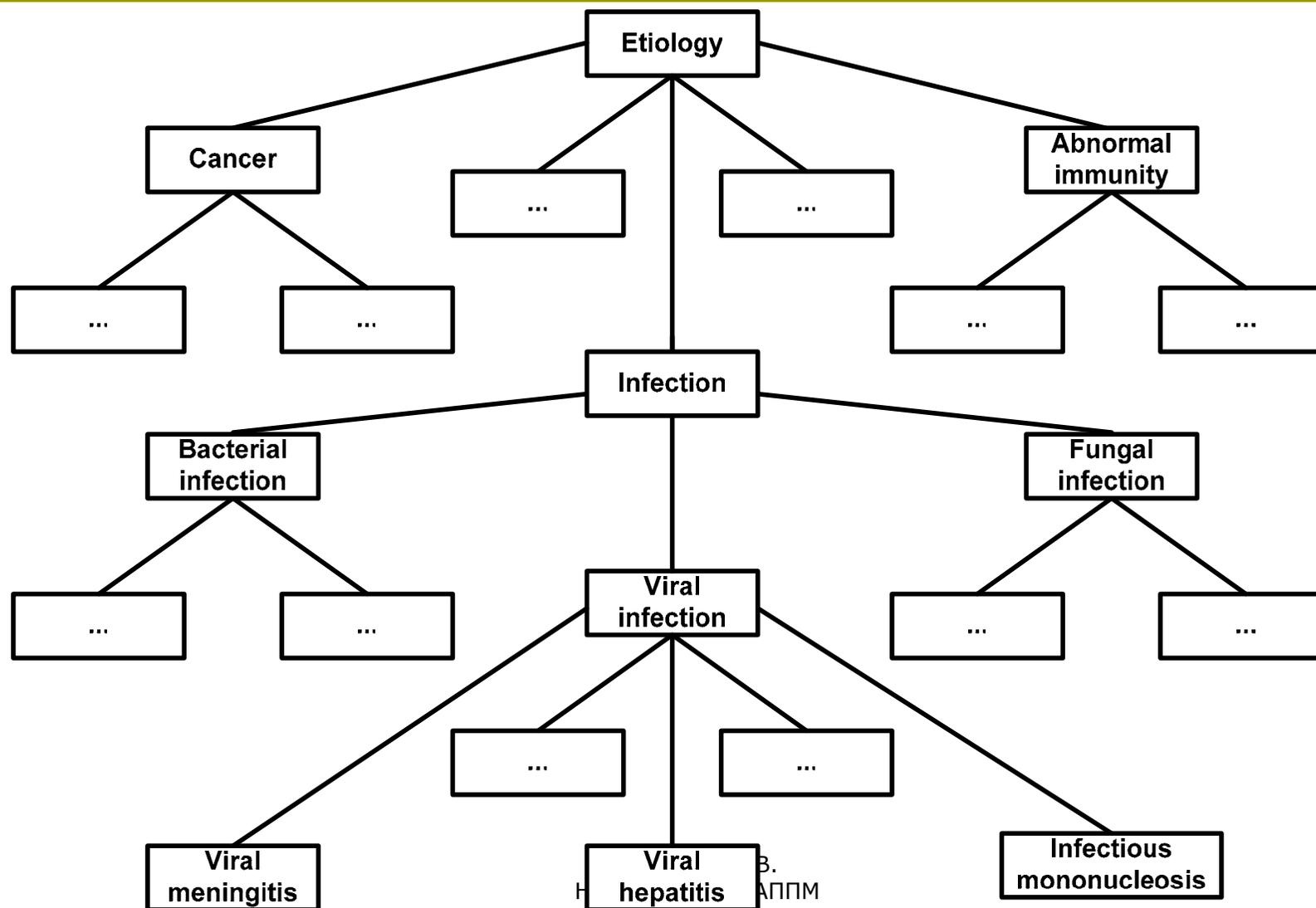
Связный граф с петлей и циклом



Дерево

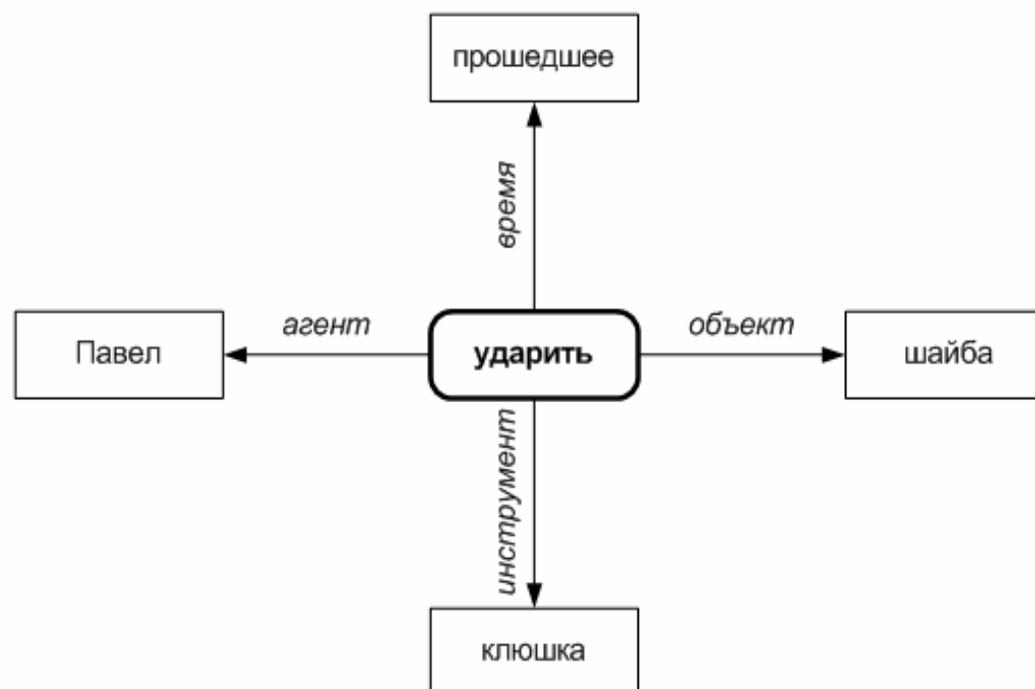
- Пусть  $\mathbf{N}$  – множество вершин, тогда любое подмножество  $\mathbf{N} \times \mathbf{N}$  является обобщенным графом.
- Пусть граф содержит  $\mathbf{N}$  вершин, если в парах подмножества  $\mathbf{N} \times \mathbf{N}$  имеет значение порядок, то такой граф называется ориентированным.
- Обыкновенный граф, состоящий из  $\mathbf{N}$  вершин и  $\mathbf{N}-1$  дуг, в котором отсутствуют циклы, является деревом.
- Пусть  $\mathbf{L}$  – множество взвешенных дуг,  $\mathbf{N}$  – множество вершин, тогда сеть будем называть любое подмножество  $\mathbf{N} \times \mathbf{L} \times \mathbf{N}$ , в котором имеет значение порядок в триадах  $\mathbf{NLN}$ .

# Фрагмент дерева классификации заболеваний



# Пример падежного фрейма (case frame)

Филмором (Fillmore), 1968, предложена сеть, в которой отношения определяются на основе грамматики английского языка. Связи соответствуют роли существительного или группы существительных, входящих в заданное предложение. К числу возможных ролей относятся *агент*, *объект*, *инструмент*, *время* и *место*.

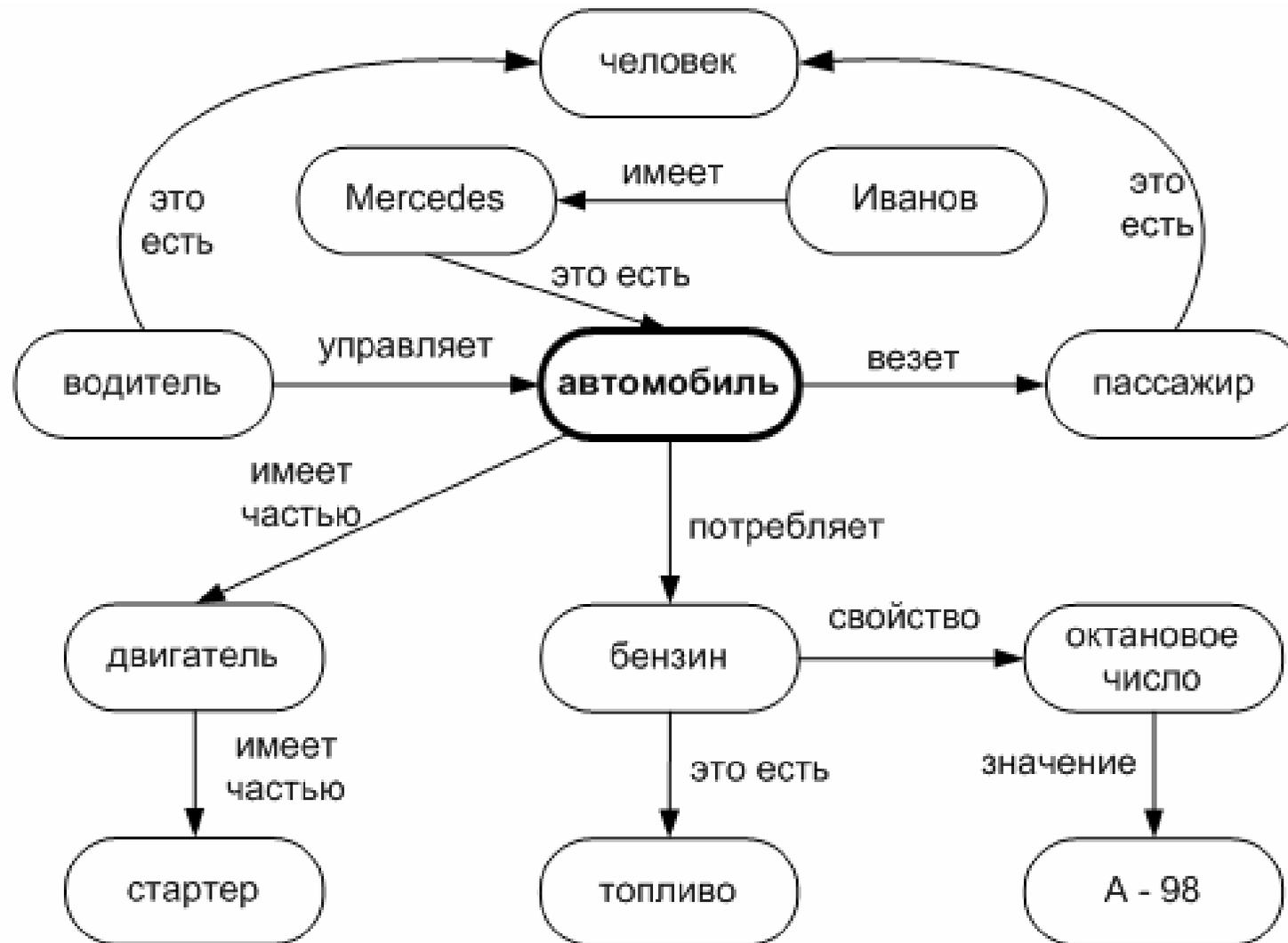


# Набор наиболее используемых отношений в семантической сети

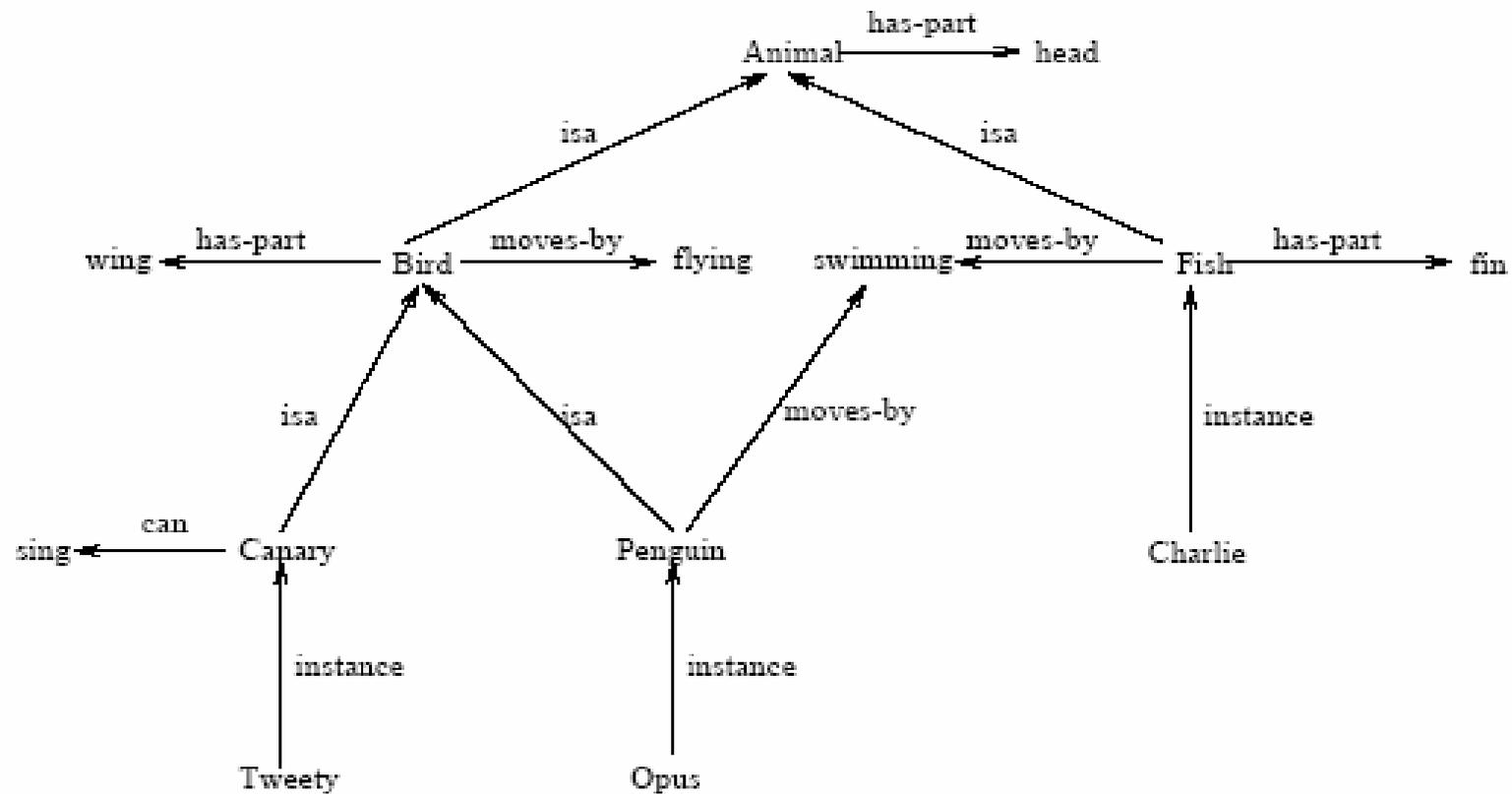
---

- связи, определяющие тип объектов ("это есть" или "класс-подкласс", "иметь частью" или "часть-целое", "принадлежать" или "элемент-множество" и т.п.);
- функциональные связи (определяемые обычно глаголами "производит", "влияет" ...);
- количественные ("больше", "меньше", "равно" ...);
- пространственные ("далеко от", "близко от", "за", "под", "над" ...);
- временные ("раньше", "позже", "в течение" ...);
- атрибутивные связи (иметь свойство, иметь значение...);
- логические связи ("и", "или", "не") и др.

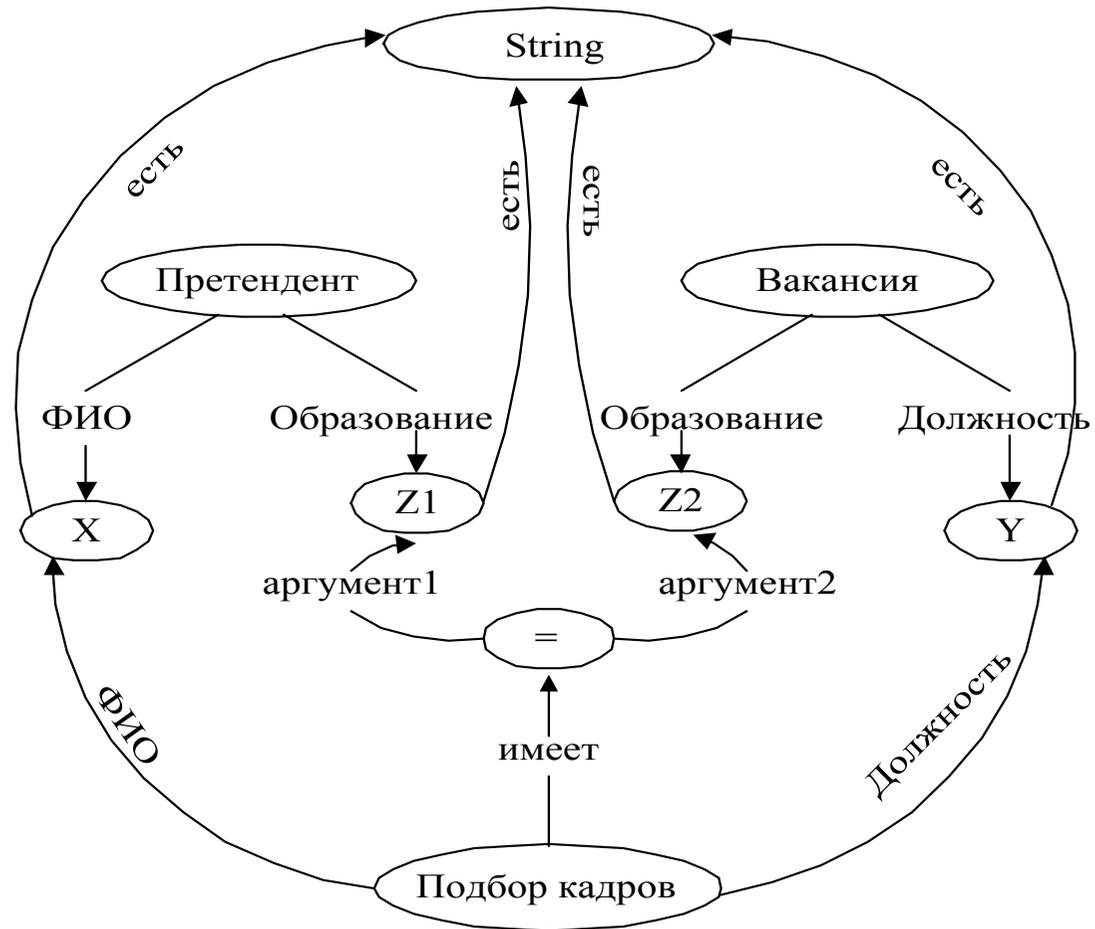
# Пример семантической сети



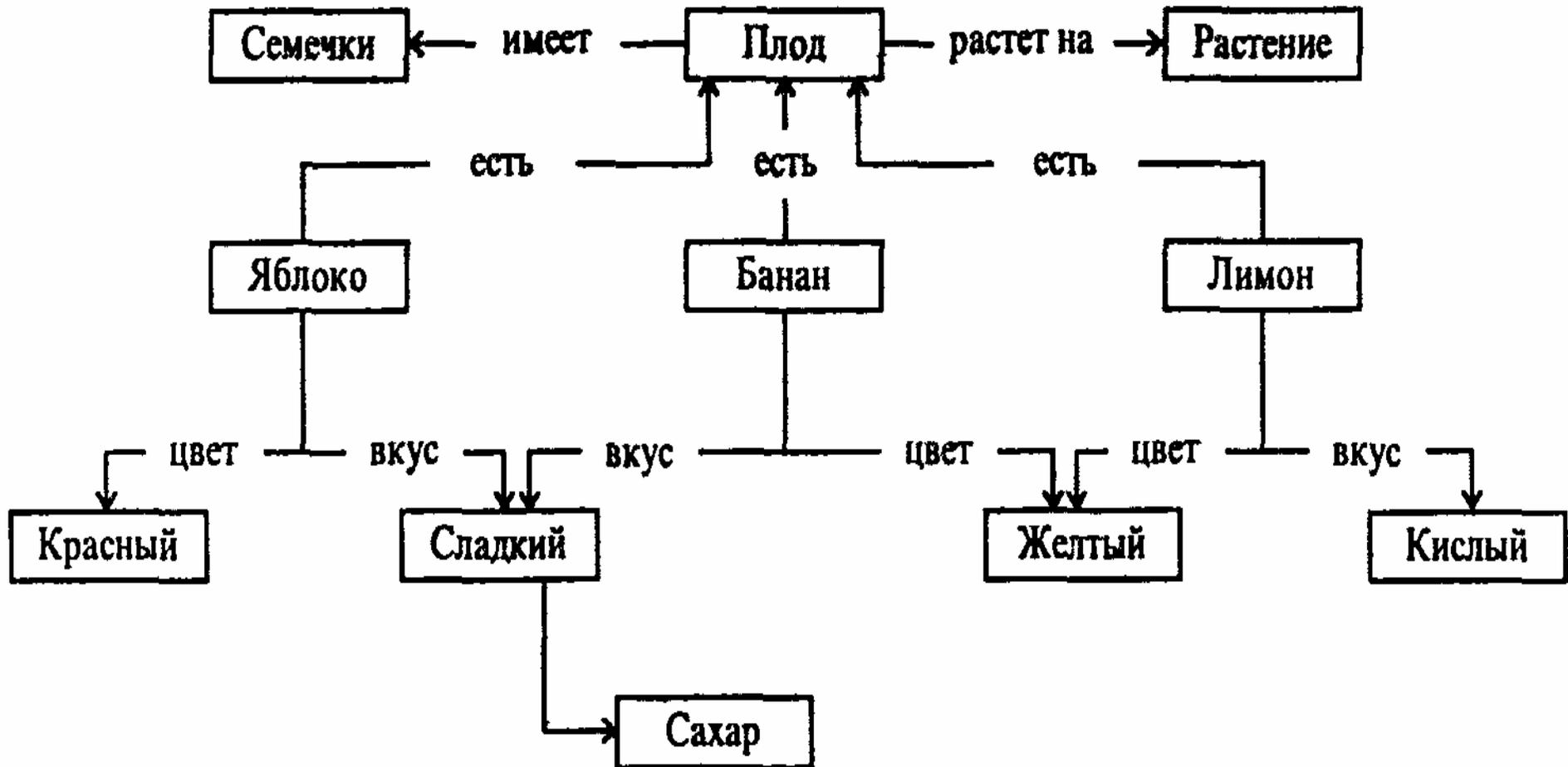
# Пример семантической сети (2)



# Пример семантической сети (3)

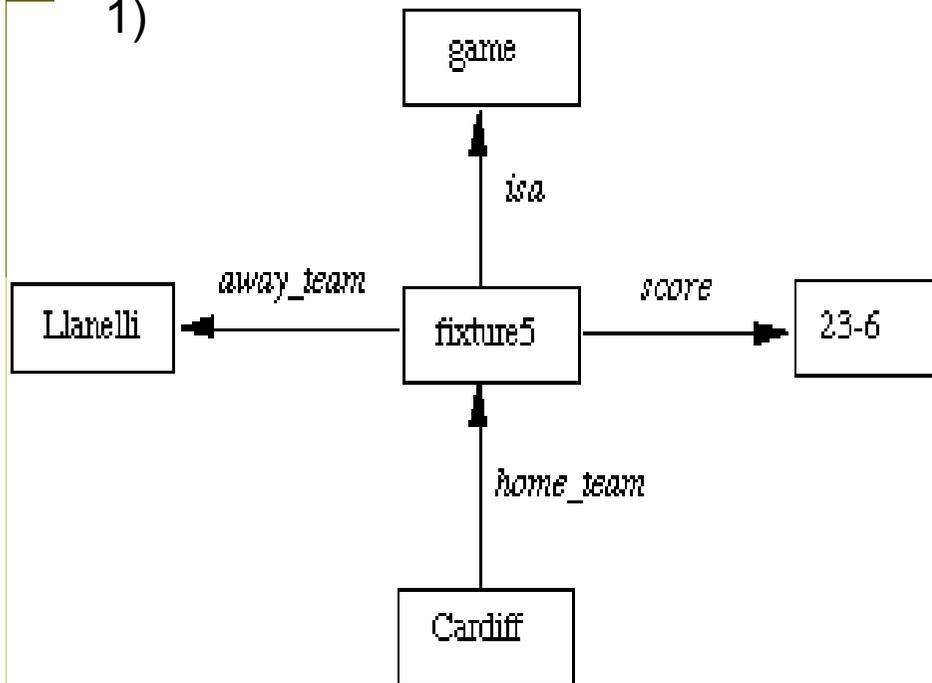


# Пример семантической сети (4)

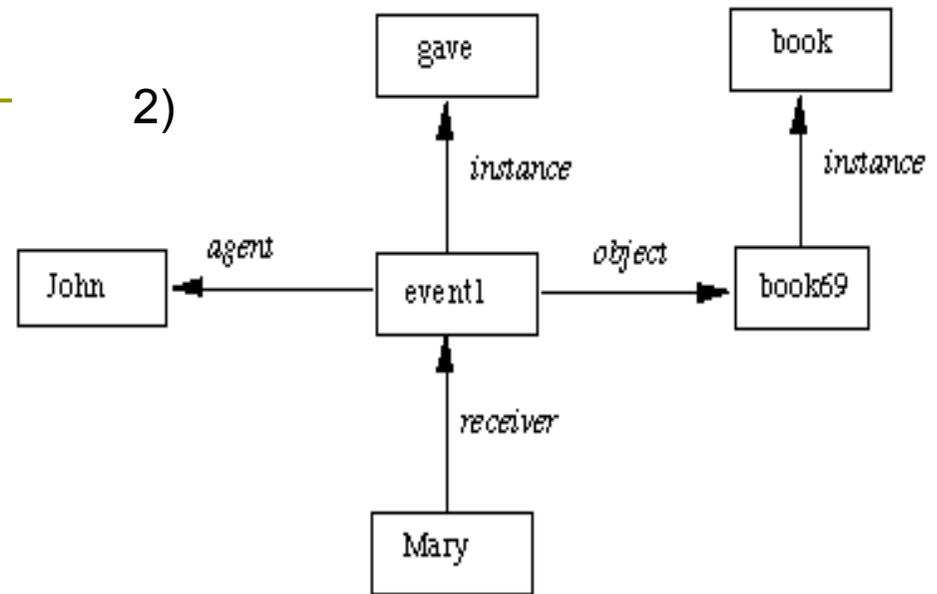


# Примеры семантических сетей

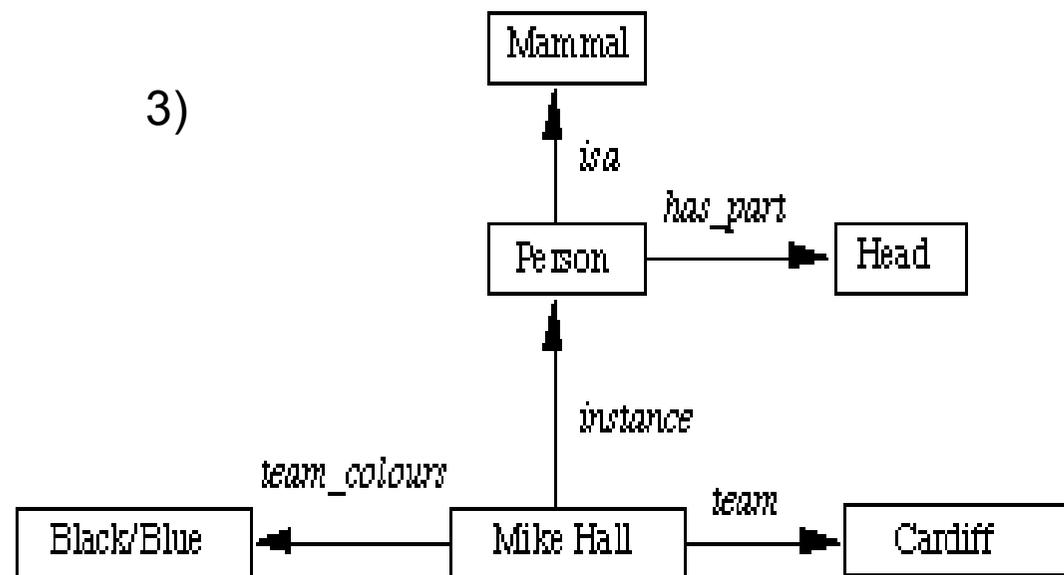
1)



2)



3)

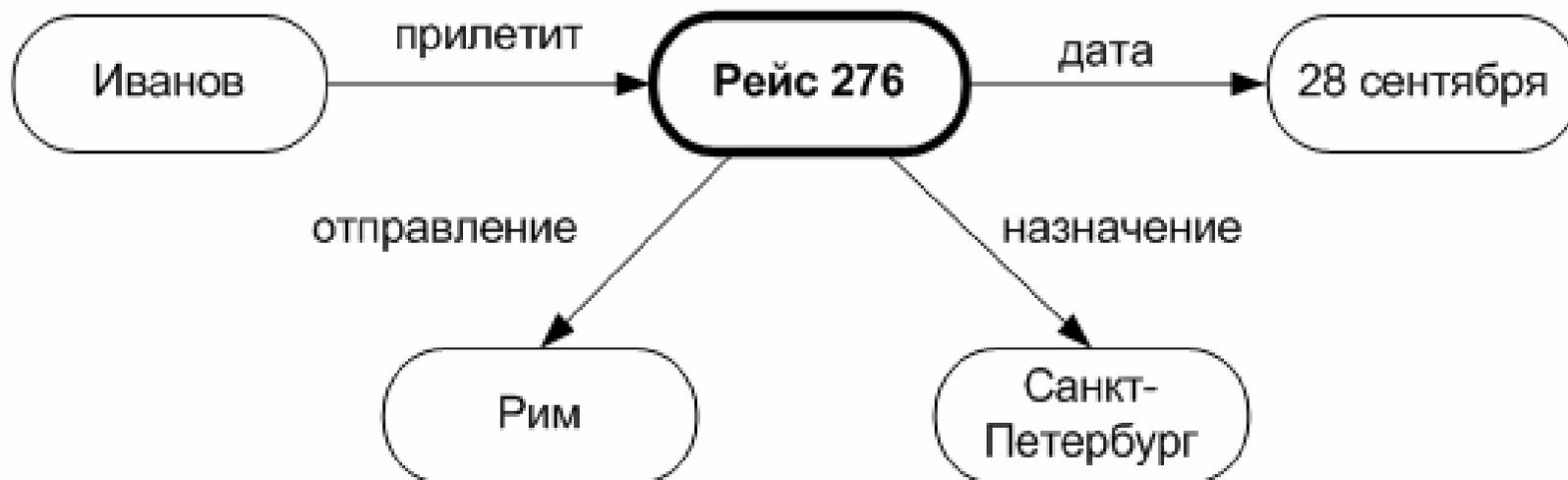


*isa(person, mammal),  
instance(Mike-Hall, person)  
team(Mike-Hall, Cardiff)*

# Представление n-арных отношений на семантической сети

«Иванов прилетит из Рима в Санкт-Петербург 28 сентября»

Запись с помощью 4-х местного предиката:  
прилетит (Иванов, Рим, Санкт-Петербург, 28 сентября)

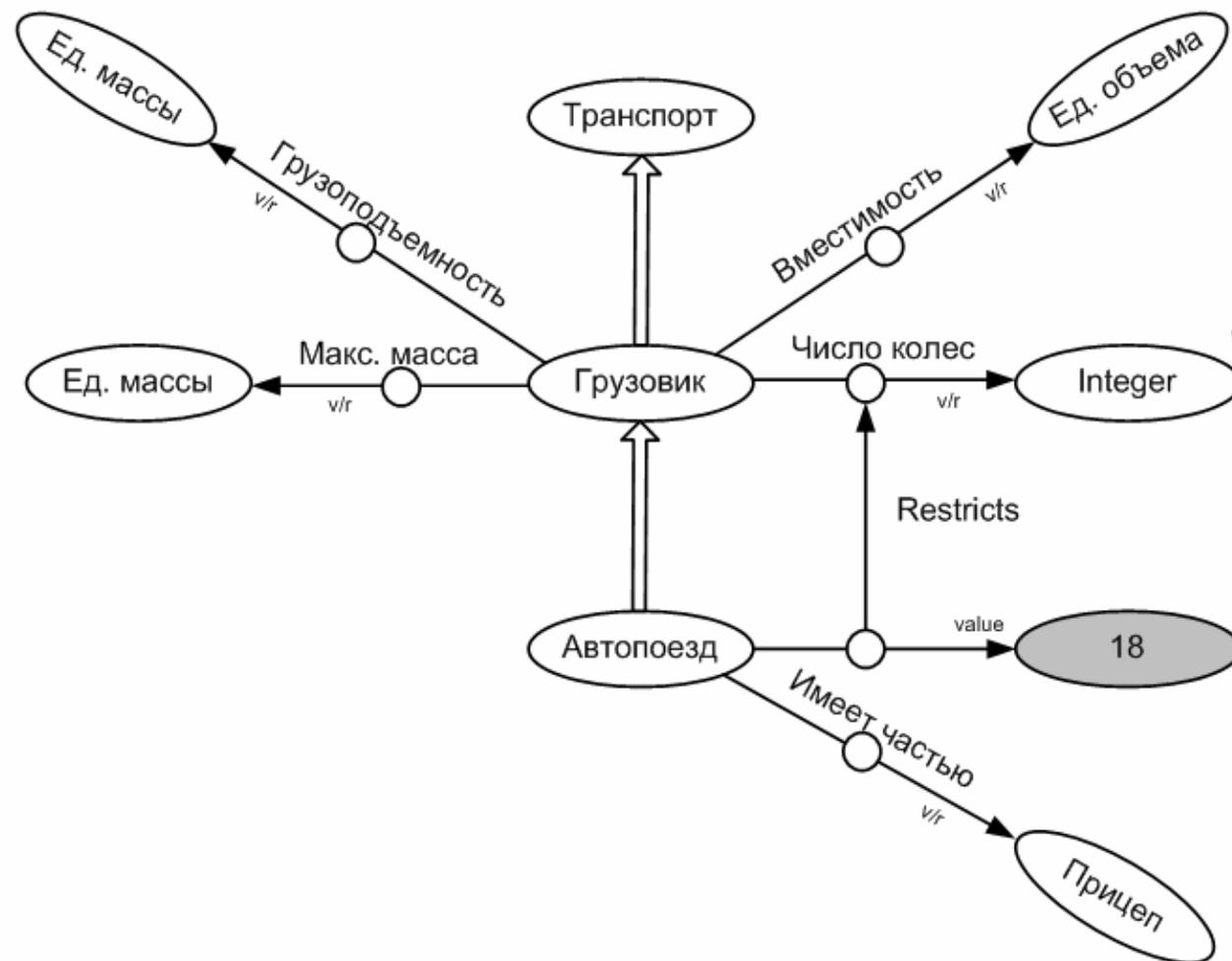


# Сетевые языки представления смысла выражений

---

- *ассоциативные сети*, Г.С. Цейтин, 1985
- *ремотические графы*, Parker-Rhodes, 1978
- SNOOP
- *дефинитивные сети*, Brachman, 1979
- *пропозициональные семантические сети*, Shapiro, 1971
- *казуальные сети*, Rieger, 1976
- *концептуальные графы*, Sowa, 1984

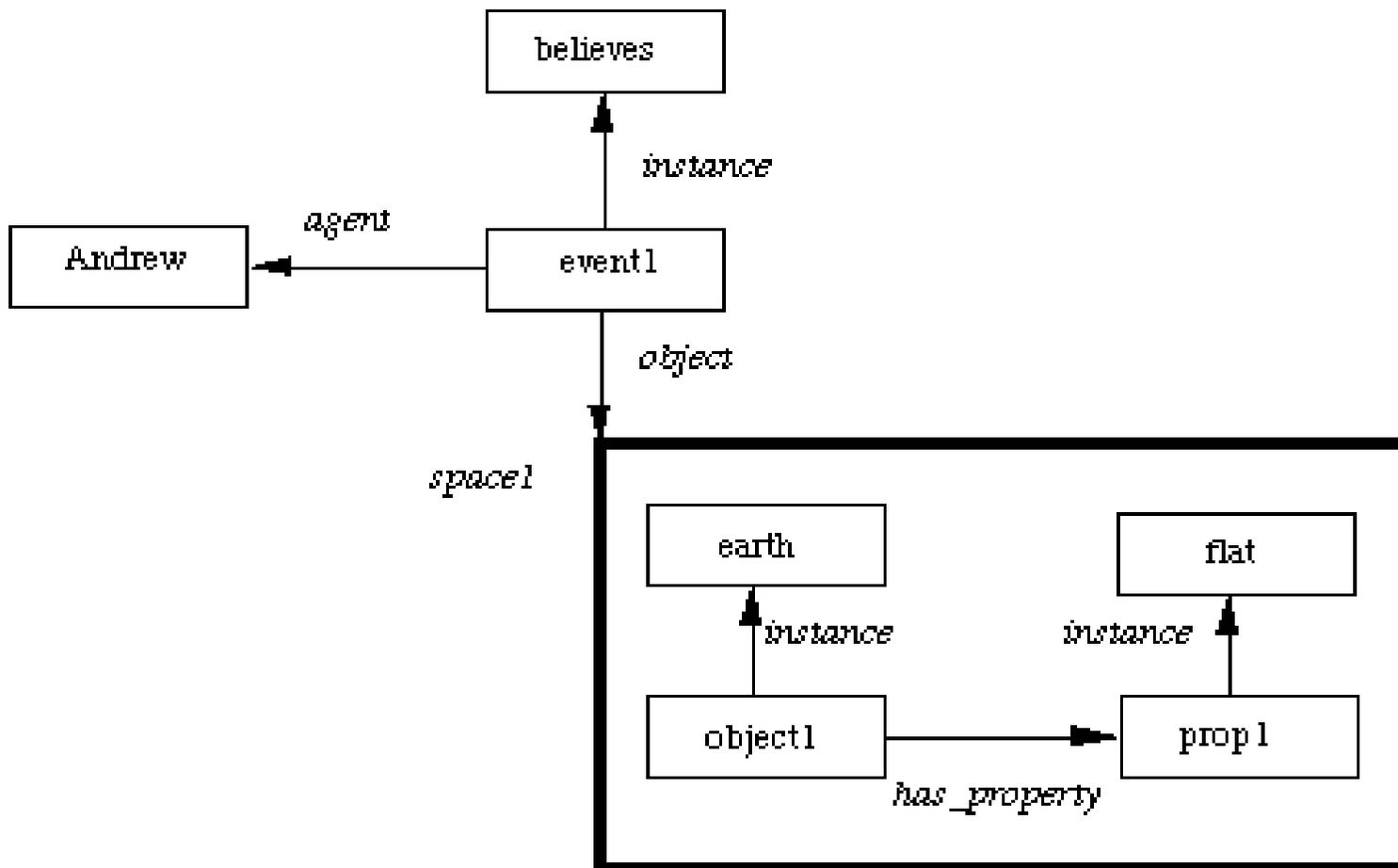
# Пример: Концепты "Грузовик" и "Автопоезд", определенные в KL-ONE



# Расширенные семантические сети

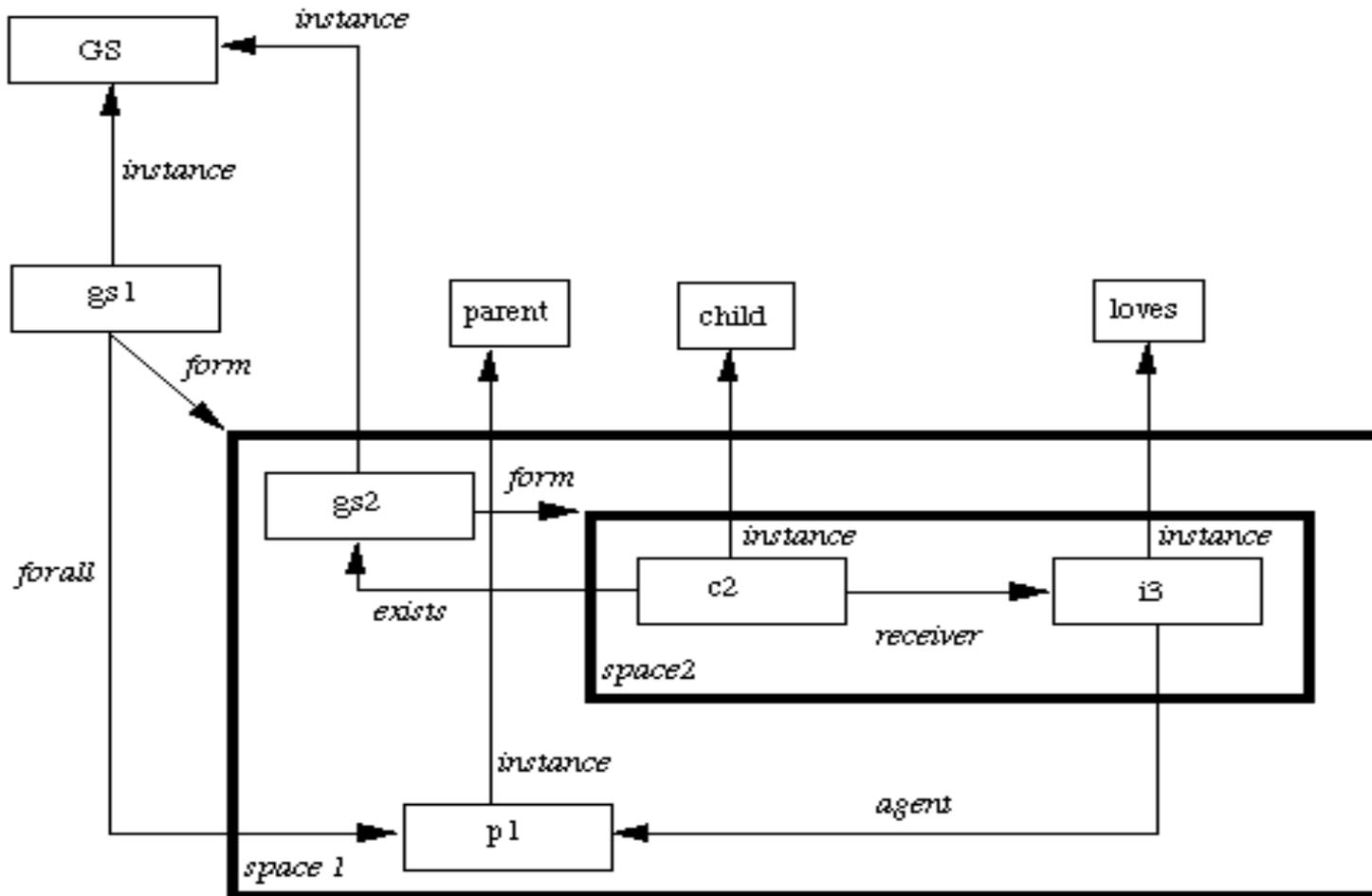
Идея: Поместить фрагмент сети в **пространство**, которое может быть **узлом** в другом пространстве

*Andrew believes that the earth is flat*



# Расширенные семантические сети (2)

*Every parent loves their child*



# ЛОГИЧЕСКИЙ ВЫВОД В СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

---

Основной механизм вывода: *движение по связям между узлами*

Два метода для этого:

## **Поиск пересечений**

-- поиск в сети фрагмента, совпадающего с фрагментом-запросом (похоже на сопоставление-унификацию целевого предиката в Прологе). При этом надо запоминать уже пройденные узлы.

## **Inheritance (наследование)**

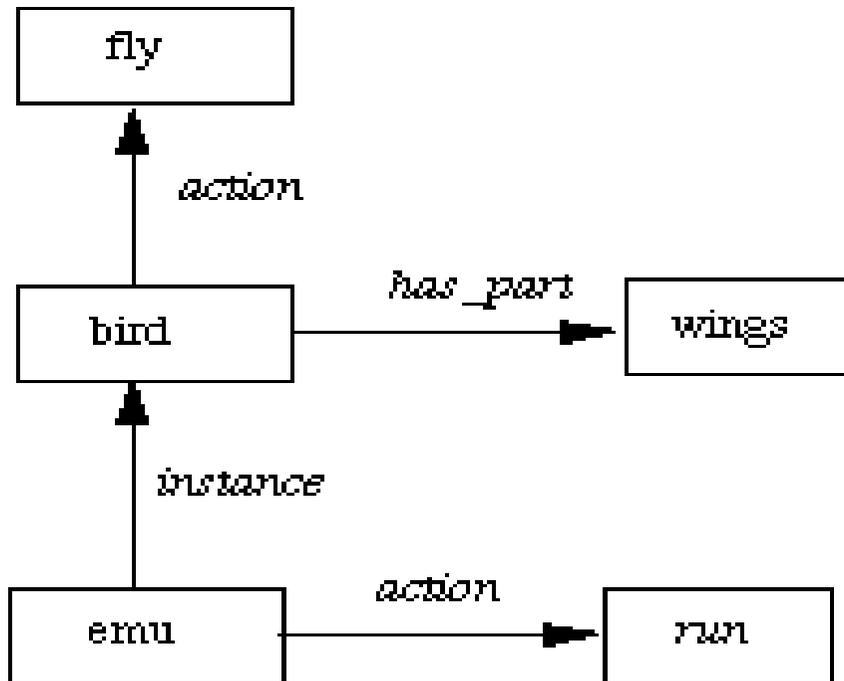
-- отношения *isa* (*есть некоторый*)  
и *instance* (экземпляр) обеспечивают этот механизм.

Наследование еще обеспечивает рассуждения по умолчанию (*default reasoning*).

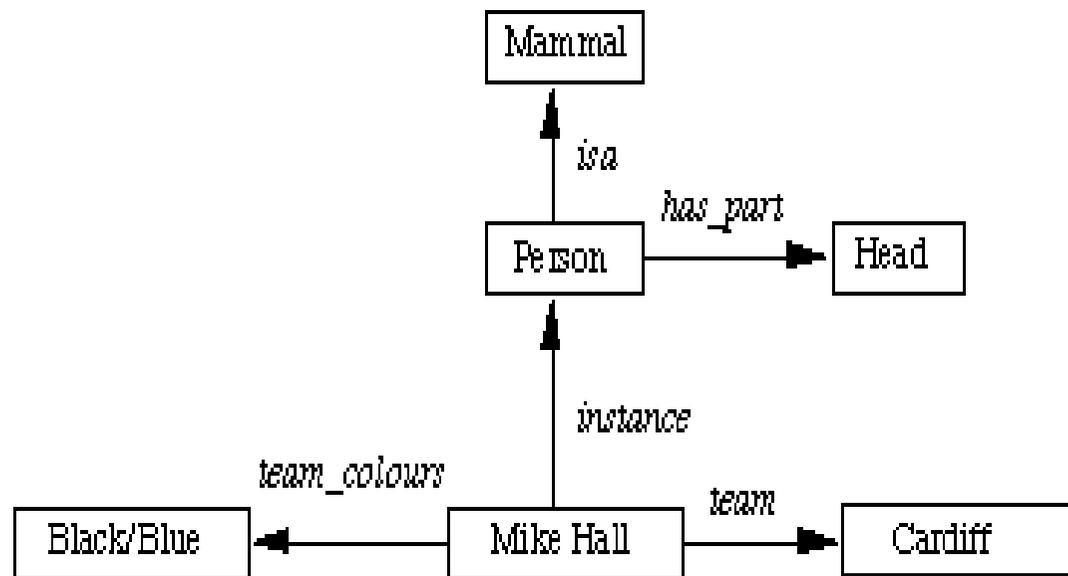
*Например:*

- Emus are birds. (Страусы эму есть птицы)
- Typically birds fly and have wings. (Типичная птица летает и имеет крылья)
- Emus run. (Страусы эму бегают)

Семантическая сеть:



Основа рассуждения на семантических сетях – обработка запроса на поиск фрагмента семантической сети совпадающего (эквивалентного) с запросом



Пример запроса: is Mike Hall member of team Cardiff?



Пример запроса: Who are members of team Cardiff?



Похоже на целевой предикат в Прологе

Гаврилов А.В.

НГТУ, кафедра АППМ

# Представление семантической сети на языке Prolog

---

```
isa(person, mammal).  
has_part(person, hand).  
instance("Mike Hall", person).  
team("Mike Hall", "Kardiff").  
team_colors("Mike Hall", "black/blue").
```

Запросы:

```
team("Mike Hall", "Kardiff")  
team(X, "Kardiff")
```



□ Достоинства семантических сетей как метода представления знаний:

- Очевидность и понятность
- Легкость преобразования в логику предикатов 1-го порядка

□ Недостатки:

- Трудно обзирать большую семантическую сеть
- Не достаточная структурированность
- Нет возможности представлять процедурные знания