семантическая сеть - сеть, в вершинах которой находятся информационные единицы, а дуги характеризуют отношения и связи между ними. ***семантическая сеть*** является наиболее общей моделью представления знаний.

В зависимости от видов связей между информационными единицами ***семантические сети*** подразделяются на следующие виды:

1. однородные семантические сети – все ***отношения*** между информационными единицами одинаковы;
2. неоднородные семантические сети – ***отношения*** между информационными единицами различны.

Базовыми понятиями для формализации знаний с помощью ***SC-кода*** являются:

1. ***семантические сети*** (их удобно хранить и обрабатывать - синтаксический аспект)
2. ***теория множеств*** (обеспечивает строгость и однозначность формализма и универсальность представления различных видов знаний – семантический аспект).

Согласно статье «Предварительное рассмотрение логической конструкции электронного вычислительного устройства», написанной Дж. фон Нейманом, ЭВМ, построенная по архитектуре фон Неймана, обладает следующими свойствами:

1. память ЭВМ однородна (линейна);
2. доступ к ячейкам памяти ЭВМ осуществляется по адресу;
3. алфавитом, используемым для представления данных и команд, является множество {0, 1};
4. каждая программа состоит из набора команд, выполняемых процессором последовательно;
5. возможно присутствие в программах команд условных переходов.

Архитектуре семантического компьютера (SC – Semantic Computer), на который непосредственно и ориентирован ***SC-код***, присущи следующие характеристики:

1. память нелинейна;
2. доступ к ячейкам памяти ассоциативный (доступ осуществляется по связям);
3. алфавит состоит из пяти элементов, однако основными являются только два:
    a. ***sc-узел***;
    b. ***sc-дуга основного вида*** (sc-дуга константной стационарной принадлежности).

Для адекватного восприятия информации, представленной далее, необходимо владеть терминологией из ***Теории множеств*** и ***Теории отношений***.

Для графического представления текстов ***SC-кода*** может использоваться ***язык SCg*** (Semantic Computer graphic Code). Основным принципом, заложенным в основу ***SCg-кода*** является то, что каждому ***sc-элементу*** в соответствие ставится sc.g-элемент (графическое отображение), т.е. любому изображаемому на экране sc.g-элементу соответствует некоторый ***sc-элемент*** в ***базе знаний***. Далее для изображения примеров формализации будем использовать именно ***SCg-код***.

Рассмотрим простое математическое выражение:

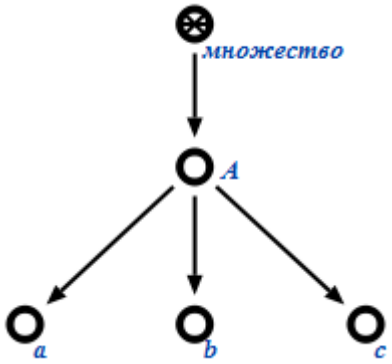
A = {a, b, c}.

На естественном языке это выражение будет выглядеть следующим образом: элементами ***множества*** A являются ***сущности*** a, b и c.

Рассмотрим некоторые элементы ***алфавита языка SCg***, необходимые для записи выбранного математического выражения:

1. ***узел*** O обозначает некоторую ***сущность***, хранящуюся в ***базе знаний***;
2. ***узел*** ⊛ обозначает некоторый ***класс сущностей***, хранимых в ***базе знаний***;
3. ***дуга*** → обозначает ***принадлежность сущности*** некоторому ***множеству,*** в том числе, - ***классу***.

Таким образом, на ***языке SCg*** рассматриваемое математическое выражение примет следующий вид:



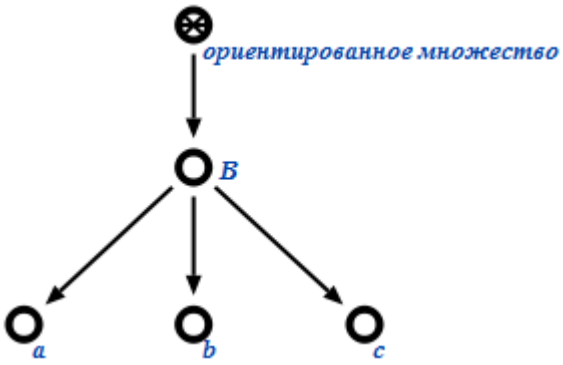
На представленном фрагменте видно, что A является ***множеством*** (является элементом класса «***множество***»), ***сущности*** a, b и c являются элементами ***множества*** A.

Рассмотрим более сложное математическое выражение:

B = <a, b, c>.

На естественном языке его можно записать следующим образом: ***сущности*** a, b и c являются элементами ***ориентированного множества*** B.

В данном случае недостаточно просто указать ***принадлежность*** элементов ***множеству***:

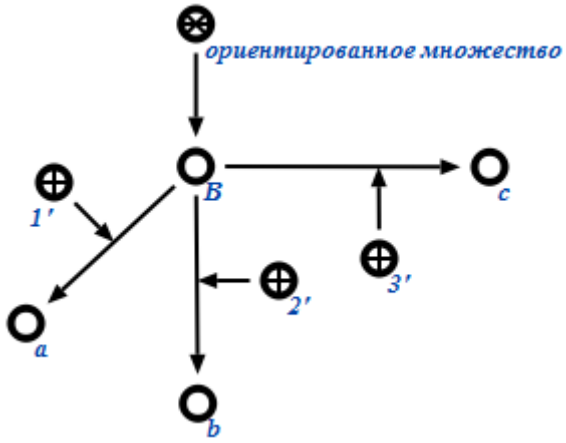


Необходимо каким-то образом зафиксировать порядок элементов ***множества***, для этого следует выделить роли каждой ***сущности*** в рамках представленного ***множества***.

На естественном языке преобразованное математическое выражение может выглядеть следующим образом: ***сущности*** a, b и c являются элементами ***ориентированного множества*** B, причём ***сущность*** a является первым элементом, ***сущность*** b – вторым, а ***сущность*** c – третьим.

Для представления ролей ***сущностей*** в рамках некоторого ***множества*** в ***языке SCg*** используется символ ⊕, обозначающий ***ролевое отношение***, которое, в свою очередь, является множеством всех связок принадлежности по указанному атрибуту (подмножеством ***отношения принадлежности***).

Таким образом, преобразованное представление рассмотренного математического выражения на ***языке SCg*** будет иметь следующий вид:



Рассмотрим следующее ***арифметическое выражение***:

$2^3 = 8$.

На естественном языке это ***выражение*** можно записать следующим образом: результатом возведения ***числа*** 2 в третью степень является ***число*** 8.

В этом выражении можно выделить следующие значимые единицы:

1. есть числа 2, 3, 8;
2. над этими числами выполняется ***арифметическая операция*** возведения в степень;
3. основанием степени является ***число*** 2;
4. показателем степени является ***число*** 3;
5. результатом выполнения операции является ***число*** 8.

Операция возведения в степень является ничем иным, как ***отношением***, заданным на ***множестве чисел***. ***Связками*** этого ***отношения*** являются всевозможные ***тройки*** чисел <a, b, c>, удовлетворяющие следующему правилу: $a^b = c$, т.е. ***связка отношения*** возведение в степень для рассмотренного выше ***выражения*** будет иметь вид:

{<2, 3, 8>},

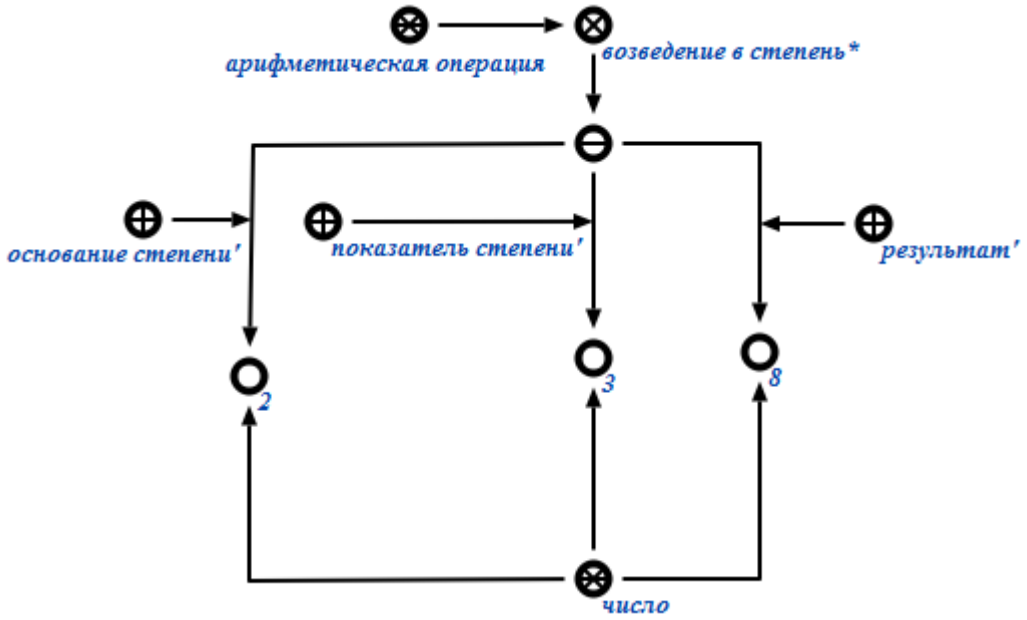
а само ***отношение*** возведение в степень будет иметь вид:

возведение в степень = {{<2, 3, 8>}}.

Отношение возведение в степень является ***неролевым***, так как связывает между собой несколько независимых ***сущностей***, а не указывает ***роль*** одной ***сущности*** в рамках другой, как рассмотренное выше ***ролевое отношение***.

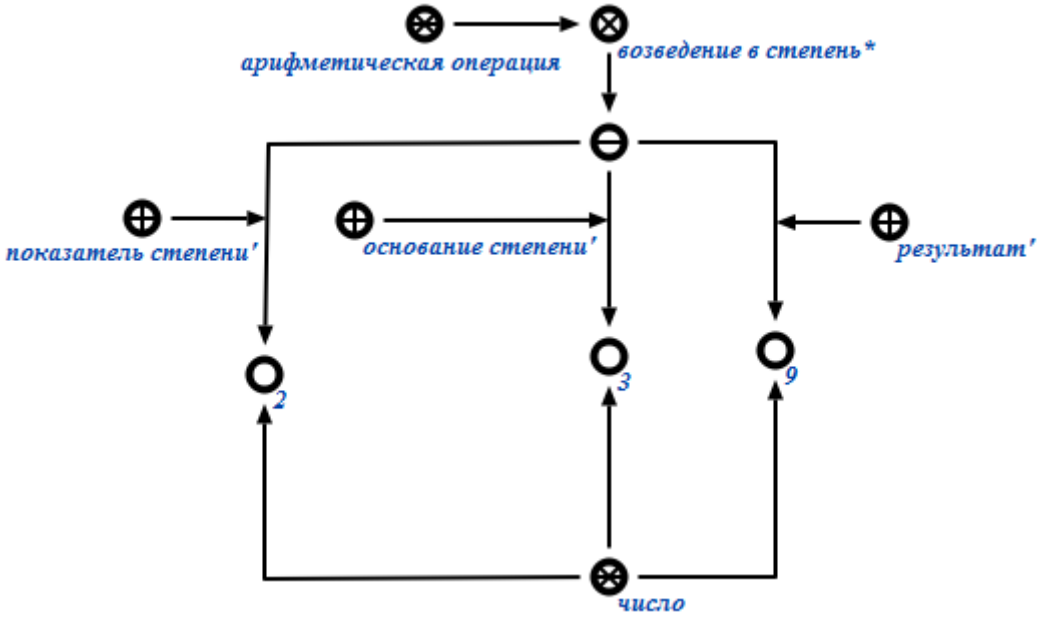
Для обозначения ***неролевых отношений*** в ***языке SCg*** используется символ ⊗, а для обозначения ***связок*** таких отношений - символ ⊖.

Представим рассмотренное выше ***выражение*** на ***языке SCg***:



Указание ***принадлежности операции*** возведение в степень* множеству ***арифметических операций*** не обязательно в данном контексте.

Если поменять местами ***роли*** чисел 2 и 3, получится другая связка ***отношения*** возведения в степень, результатом которой будет уже ***число*** 9, а не 8:



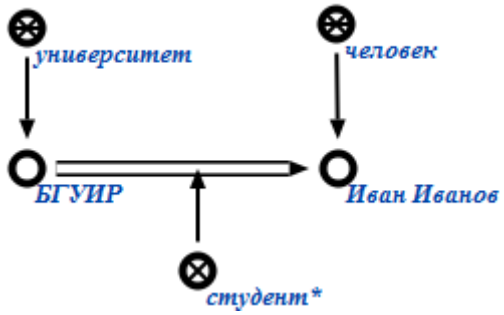
Таким образом, можно сделать вывод, что ***атрибутивные отношения*** однозначно определяют ***роли сущностей*** в рамках некоторого ***множества*** и непосредственно влияют на смысл записанного фрагмента ***знаний***.

Для однозначного определения, какому ***классу отношений*** (***ролевых*** или ***неролевых***) принадлежит то или иное рассматриваемое ***отношение***, в ***SC-коде*** необходимо добавлять соответствующий знак к ***идентификатору отношения***: * - для ***неролевых***, ‘ – для ***ролевых***.

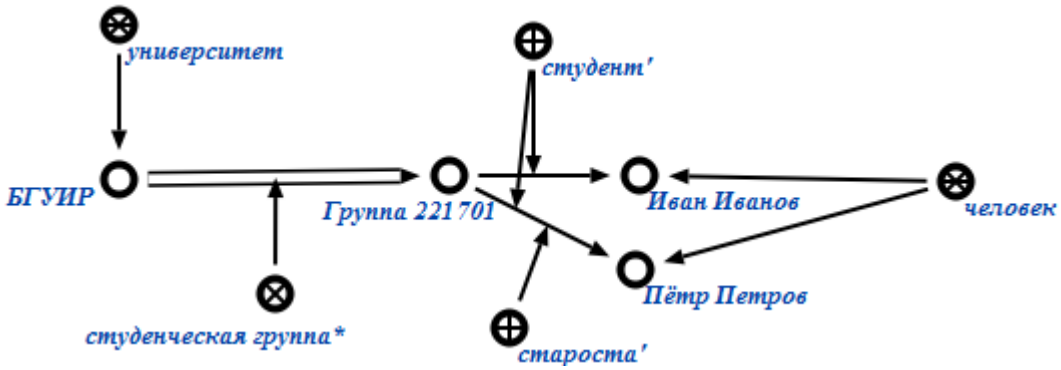
Для ***идентификаторов классов сущностей*** также существует правило – ***идентификаторы классов*** пишутся строчными буквами без каких-либо завершающих специальных символов.

Рассмотрим пример, когда одно и то же ***отношение*** может быть как ***ролевым***, так и ***неролевым*** в зависимости от контекста:

Возьмём ***отношение*** студент (быть студентом).



В данном случае Иван Иванов является студентом по отношению к БГУИР, но не является его элементом.

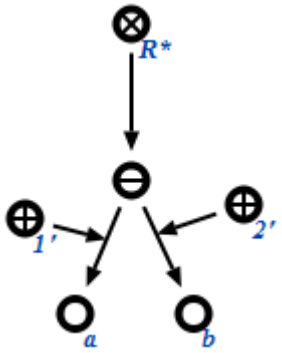


В этом случае Иван Иванов и Пётр Петров являются студентами группы 221701, т.е. они являются элементами ***множества*** «студенческая группа» и выполняют ***роль*** «студент» в рамках этого ***множества***. Пётр Петров также является старостой группы 221701, что иллюстрирует возможность выполнения ***сущностью*** нескольких ***ролей*** в рамках одного и того же ***множества***.

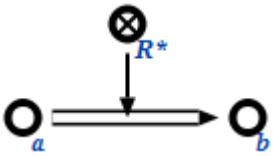
Наиболее часто используемыми ***отношениями*** при формализации ***знаний*** являются ***бинарные отношения***. Использование преимущественно ***бинарных отношений*** также позволяет снизить количество ***ключевых узлов*** в ***памяти интеллектуальной системы***. Все остальные ***отношения*** рекомендуется сводить к ***бинарным***, если это возможно. Например, рассмотренное выше ***отношение возведение в степень**** также сводимо к ***бинарному отношению***. Выполнение такого приведения подробнее рассмотрено во введении к разделу ***Раздел. Предметная область чисел и числовых структур***.

Рассмотрим ***бинарное отношение*** R* = {<a, b>, <b, c>}.

Представим одну из его связок на ***языке SCg*** способом, рассмотренным выше:



Такое представление является громоздким и обязывает вводить дополнительные ***атрибуты*** для определения порядка компонентов, участвующих в ***отношении***. ***Язык SCg*** позволяет записать этот же ***sc-текст*** более компактно, используя ***sc-дугу общего вида*** ⇒:



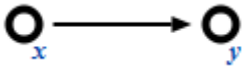
Направление ***sc-дуги общего вида*** выбирается следующим образом: ***sc-дуга общего вида*** выходит из ***узла***, обозначающего ту ***сущность***, которая является первым компонентом в ***связке отношения***, т.е. ту ***сущность***, которая имеет ***атрибут 1'*** при развёрнутом описании ***отношения***, и входит в ***узел***, обозначающий второй компонент ***связки отношения***.

Такая краткая запись ***связок отношения*** уместна только для ***бинарных*** и ***квазибинарных отношений***, т.е. ***отношения***, ***арность*** которых превышает 2 и не может быть сведена к 2, описываются исключительно в развёрнутом виде.

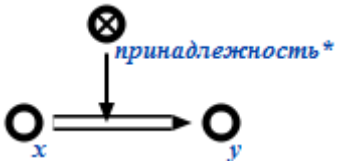
Краткая запись ***связок отношения*** также не подходит для описания ***бинарных отношений***, ***роли*** компонентов ***связок*** в которых отличаются от ***1'*** и ***2'***, так как при сворачивании ***связки отношения*** в ***sc-дугу общего вида роли*** компонентов ***связки*** отбрасываются, а следовательно, не могут быть восстановлены при последующем описании ***связок*** в развёрнутом виде.

При использовании краткой записи ***бинарного отношения*** обязательно должно быть указано, какому ***отношению*** принадлежит та или иная ***связка***, в отличие от ***отношения принадлежности*** и его ***подмножеств***.

Таким образом, запись вида:



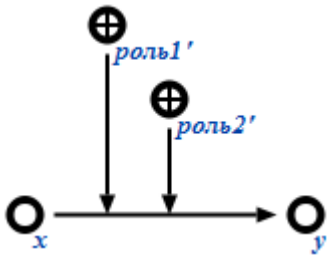
является законченной и может быть проинтерпретирована в законченное математическое выражение: $y \in x$, так как каждая ***sc-дуга основного вида*** обозначает ***связку отношения принадлежности***, т.е. запись, представленная выше, несёт в себе следующий смысл:



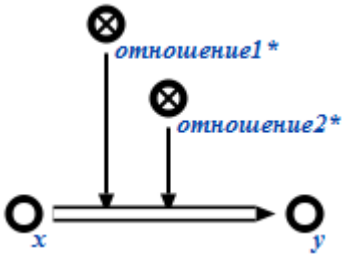
В то время, как запись вида:

не является законченной и не может быть однозначно проинтерпретирована, так как неизвестно, какому именно ***отношению*** принадлежит ***связка***, обозначаемая ***sc-дугой общего вида***.

Связки ролевого отношения и ***связки неролевого отношения*** могут одновременно принадлежать не только одному ***множеству***, т.е. записи вида:



и



являются вполне допустимыми при формализации каких-либо ***знаний*** средствами ***SC-кода***. Однако вариант со ***связками неролевого отношения*** редко употребим и не является рекомендуемым.

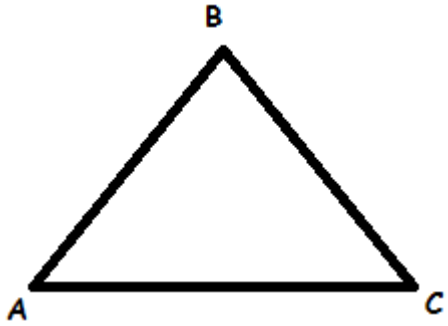
При формализации некоторого фрагмента знаний и выделении ***понятий*** необходимо определить следующее:

1. является ли описываемое ***понятие*** абсолютным, т.е. существует ли оно независимо от других понятий;
2. является ли описываемое ***понятие*** относительным, т.е. существует только в связи с другими понятиями:
    a. является ли описываемое относительное понятие ***ролевым отношением***;
    b. является ли описываемое относительное понятие ***неролевым отношением***:
        i. какова арность описываемого ***неролевого отношения***.

Ответы на эти вопросы помогут выбрать обозначение для вводимого ***понятия*** и правильно организовать его взаимоотношения с другими.

Рассмотрим ещё один пример и его формализацию:

Пусть дан рисунок:

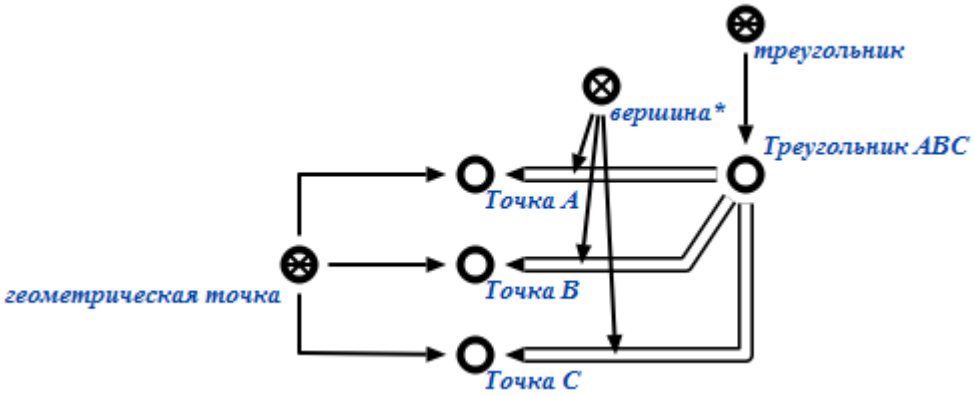


Представленную на этом рисунке информацию на естественном языке можно записать следующим образом: дан треугольник ABC, вершинами которого являются точки A, B и C, а сторонами – отрезки AB, BC и AC.

Запишем это на ***языке SCg*** по шагам:

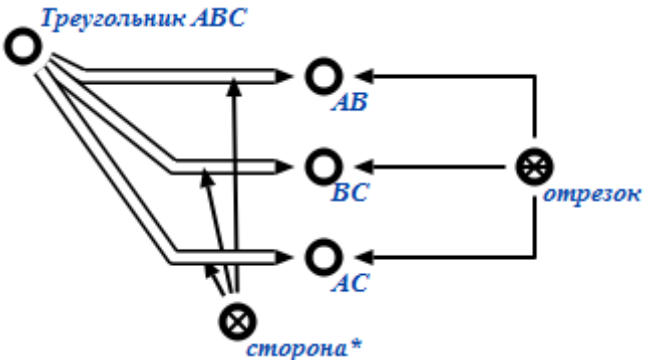
1) Треугольник ABC является элементом множества всех треугольников:

2) Геометрические точки A, B и C являются вершинами треугольника ABC:

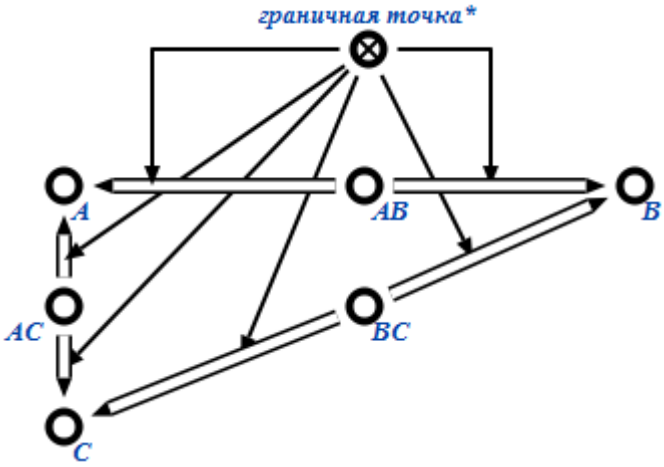


Направление ***sc-дуги общего вида*** в данном случае выбрано по принципу: «от объекта к его свойству».

3) Отрезки AB, BC и AC являются сторонами треугольника ABC:



4) Также необходимо указать, что точки A, B и C являются граничными точками для отрезков AB, BC и AC:



Нет необходимости повторно указывать ***принадлежность сущностей*** соответствующим ***классам***, так как в ***языке SC*** и его подъязыках ***сущности***, имеющие одинаковые ***имена***, считаются одной и той же ***сущностью***.

Таким образом, окончательная запись формализации рассмотренного примера будет иметь вид: