

МОДЕЛЬ СОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ЯЗЫКА В ЗАДАЧЕ ПОСТРОЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО ОБРАЗА ВЫСКАЗЫВАНИЯ НА УРОВНЕ ГЛУБИННОГО СИНТАКСИСА

Михайлов Д.В., Емельянов Г.М.

НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. ЯРОСЛАВА МУДРОГО,
ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
УЛ. Б.С.-ПЕТЕРБУРГСКАЯ, 41, Г.ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД, РОССИЯ, 173003
E-MAIL: MDV@NOVSU.AC.RU

Abstract

Authors describe (on a material of Russian) the technique of use of the information of the theory of the Semantic Class (of the sort) of reality's object designated by a word, for elimination of ambiguities at construction of a tree of Natural Language's phrase's deep syntax. The special attention is given to formalized description of theories for Words's Lexical Meanings and relations set by them. The approach to ordering the mentioned theories is offered. It is based on ideas and methods of the Formal Concept Analysis.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа является продолжением проводимого авторами исследования возможностей установления смысловой (семантической) эквивалентности [1, 2] текстов Естественного Языка (ЕЯ) на основе системы правил синонимических преобразований над Глубинными Синтаксическими Структурами (ГСС) фраз в рамках теоретического подхода к языку как преобразователю «Смысл \Leftrightarrow Текст» [3]. В представляемой статье мы рассмотрим, каким образом описываемая Моделью Управления (МУ) информация о семантической интерпретации [2] глубинных синтаксических актантов предикатного слова может быть использована для разрешения неоднозначностей при построении деревьев ГСС анализируемых фраз ЕЯ.

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ.

Традиционным методом построения синтаксической структуры (дерева зависимостей) фразы русского языка является метод фильтров [4]. Его применение предполагает установление для большинства слов нескольких потенциально возможных связей с различными управляющими словами. Роль фильтров при этом состоит в выборе правильных вариантов анализа. Тем не менее, с учетом достаточно большого числа всевозможных связей между словами и огромного числа способов выбора из этих связей конкретного дерева зависимостей, в чистом виде для практической реализации метод фильтров неприменим. Одним из подходов к решению задачи выбора

корректного варианта разбора предложения здесь является привлечение семантической информации из словаря. Важнейшую роль при этом играет информация семантической компоненты [4] МУ каждого предикатного слова, фактически - упомянутые нами данные о семантической интерпретации актантов. *Актуальной проблемой при этом является* наличие для одного слова ряда Лексических Значений (ЛЗ) [5]. При этом для анализируемого ЕЯ - предложения становится возможным несколько альтернативных вариантов разбиения на словосочетания (Именные Группы (ИГ), [4]), каждый из которых удовлетворяет требованию фильтров. В частности, для предикатных слов с каждым ЛЗ связывается альтернативный вариант МУ и соответствующий синоним с более широким, чем у самого слова, значением. Пример - глагол *сжечь*, рис. 1.

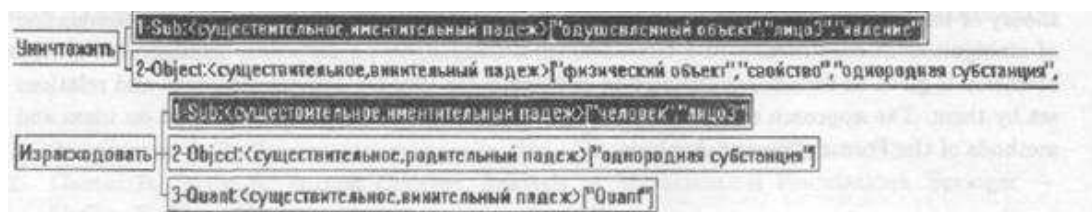


Рис. 1. МУ для *сжечь* в значениях *уничтожить* и *израсходовать*

Каждому варианту МУ предикатного слова здесь будет соответствовать свой вариант ГСС фразы. При использовании упомянутой выше системы синонимического перифразирования ГСС названный фактор может привести к построению неадекватных перифраз. Так, для примера на рис. 1 применением лексического правила №24 из описанных в [3] возможна следующая замена: *За зиму он сжег [C₀] машину дров* ⇔ *За зиму он уничтожил [Oper₁(S_{instr}(C₀))] огнем [S_{instr}(C₀)] машину дров.*

Наиболее естественный путь решения показанной проблемы заключается в привлечении информации словарных определений (дефиниций, [5, 6]) обозначаемых актантами предикатного слова понятий. При этом введение одновременно в рассмотрение подобных определений для семантики отношений, отличных от связей предиката с актантами по МУ и задаваемых входящими в анализируемое предложение Именными Группами, позволяет более точно устанавливать соответствия требованиям семантической интерпретации глубинных синтаксических актантов предикатного слова при построении дерева ГСС.

В работе [6] на примере русской генитивной конструкции исследуется взаимодействие формальной и лексической семантики в задаче построения формализованного описания значения слова. Представляемая Б.Х. Парти и В.Б. Борщевым идея состоит в выделении совокупности свойств обозначаемого словом объекта реального мира и последующим описанием теории ЛЗ слова совокупностью аксиом (meaning

postulates), каждая из которых описывает отдельное свойство этого объекта. В настоящей работе мы ставим целью применительно к задаче построения ТСС анализируемой фразы русского языка исследовать практические аспекты использования предложенного авторами [6] подхода к описанию семантики слова.

На основе выдвинутой в [6] концепции нами были сформулированы следующие задачи исследования :

1. Разработать реализуемое программно формальное описание теории ЛЗ слова, ориентированное на изложенные в [1] общие идеи использования семантической информации при построении деревьев глубинного синтаксиса анализируемых ЕЯ-фраз и предложенную в [2] структуру языковой базы знаний для задачи установления семантической эквивалентности ЕЯ-текстов.
2. На основе введенного формального представления разработать методику систематизации и контроля корректности наборов утверждений-аксиом, используемых при построении теорий.

2. ТЕОРИЯ ЛЕКСИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ И СЕМАНТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЛУБИННОГО СИНТАКСИЧЕСКОГО АКТАНТА

В работе [6] применительно к задаваемому посредством набора аксиом описанию ЛЗ слова говорится о теории сорта обозначаемой словом реалии. При этом употребляемое Б.Х. Парти и В.Б. Борщевым понятие сорта как элемента «наивной картины мира» [5] и класса, к которому язык относит конкретную реалию, фактически соответствует тому, что в публикациях Московской лингвистической школы [3, 5] понимается под Семантическим Классом (СК) обозначающего эту реалию слова. Это же понимание СК использовалось нами и в [2] относительно описания семантической интерпретации глубинного синтаксического актанта предикатного слова.

Для описания самой теории сорта в [6] используется принятое в формальной семантике λ — выражение (выражение с оператором абстракции лямбда, [8]), которое возвращает в качестве значения множество всех объектов, принадлежащих заданному сорту. Применительно к решаемой нами задаче подобные описания должны задаваться пользователем и добавляться в базу знаний в процессе работы системы для последующего использования в качестве исполняемых подпрограмм-функций (вычисляемых выражений).

К сожалению, возможности организация подобной динамической базы процедурных знаний весьма ограничены в традиционных типизированных языках программирования и требует наличия отвязных от типов языков наподобие Лиспа. Даже Visual Prolog [9], поддерживая использование предикатных значений аргументов, тем не менее, не позволяет конструировать правила «на лету» с добавлением в динамическую базу данных для последующего вызова. В данном разделе мы покажем, каким

образом можно с помощью составного Пролог-объекта представить и задействовать в программе формализованное описание теории ЛЗ.

Рассмотрим вначале ряд свойств предложенного в [6] описания ЛЗ слова, которые необходимо принять во внимание при построении реализуемого программно формализованного описания теории соответствующего этому слову сорта с учетом указанных выше требований.

Во-первых, предлагаемая в [6] теория для сорта опорного существительного Именной Группы есть описание свойств объектов, принадлежащих данному сорту. Фактически это означает, что из всех возможных отношений, задаваемых Именными Группами и связываемых с Лексическими Значениями опорных слов ИГ, содержательный интерес для нас будут представлять прежде всего те отношения, которые задаются самими опорными словами - лексические отношения, [6].

Во-вторых, введение в рассмотрение оператора типового сдвига для преобразования унарных отношений типа $\langle e, t \rangle$ (здесь имеется в виду используемое в формальной семантике понятие типа, [8], e и t соответствуют элементарным типам: сущностям и формулам), которые исходно сопоставляются словарным значениям опорных слов Именных Групп, в задаваемые этими ИГ бинарные отношения (пример - метонимический сдвиг слова с ЛЗ «контейнер» в сорт «квант», [6]), требует формального описания уже не теории сорта, а задаваемого этим сортом отношения, где и имя отношения (как имя сорта), и его аргументы представляются аргументами функции — λ — выражения, сопоставляемого Именной Группе. Здесь следует отметить, что имя отношения, определяемого сортом опорного слова ИГ, как и сам этот сорт, в понимании Московской лингвистической школы следует отождествлять с Семантическим Классом, но не отдельного слова, а всего словосочетания Именной Группы. Так, для примера на 1 СК актанта количественной ролевой ориентации («Quant») соответствует именно количественному отношению («Quant», «квант»), которое задается рассмотренной в [6] генитивной конструкцией меры.

В-третьих, это структура самих аксиом, составляющих теорию слова. В концептуальном плане теория ЛЗ слова представляется набором утверждений, связывающих его с другими словами (в первую очередь здесь рассматривается связь между обозначаемыми словами понятиями). Отдельное утверждение теории описывает бинарное отношение между существующими понятиями. Каждое из понятий, которые выступают в роли аргументов отношения, по сути, соответствует одному из известных СК. Имя самого отношения задается ЕЯ-словом, для которого явным образом в словарной Базе Знаний указан СК обозначаемой этим словом сущности.

В работе [6] в качестве аргументов функции, описывающей задаваемое генитивной конструкцией отношение, выступают элементы конструкции - опорное слово и генитивная группа (зависимое слово). Но, рассуждая о приемлемости той или иной

генитивной конструкции, принято говорить не о входящих в генитивную конструкцию словах, а о сортах обозначаемых ими реалий. Исходя из этого соображения, в настоящей работе теорию определяемого Именной Группой отношения мы будем рассматривать не относительно самих слов-элементов ИГ, а относительно соответствующих им Семантических Классов.

Сказанное выше позволяет представить теорию ЛЗ слова следующим составным объектом языка Пролог :

sort – theory (Sort, Var – Something – SemClass, Rel – list).

В процессе интерпретации представленной здесь структуры посредством набора утверждений (meaning postulates) из списка Rel – list устанавливается принадлежность слова Семантического Класса, определяемого значением переменной Var – Something – SemClass,, заданному сорту Sort. Отдельный постулат значения представляет собой ссылку на некоторое уже известное системе семантической отношение и описывается следующей структурой :

rel 2 (Relation, Concept1, Concept2),

где Relation — имя отношения, Concept1 — управляющий, Concept2 — зависимый член отношения. Сами семантические отношения, на которые ссылаются постулаты значений, могут быть представлены фактами динамической базы данных Visual Prolog'a :

relation 2 (Relation, Concept1, Concept2),

где аргументы Concept1 Concept2 отношения Relation представляют собой СК слов, обозначающих фигурирующие в отношении понятия, а само отношение задается ЕЯ-словом с некоторым известным СК, см. выше.

Аналогично теории ЛЗ опорного слова Именной Группы представляется теория задаваемого им отношения :

relation – theory (SemClass,
VarName – for – Concept1, VarName – for – Concept2, Rel – list).

В отличие от представленного выше описания теории ЛЗ слова в процессе интерпретации представленной здесь структуры посредством набора утверждений из списка Rel – list устанавливается истинность отношения, задаваемого Семантическим Классом SemClass опорного слова Именной Группы, между словами-членами этой Именной Группы. Семантические Классы членов ИГ определяются значениями переменных VarName – for – Concept1 и VarName – for – Concept2.

При наличии формализованного (в виде утверждений динамической базы фактов Visual Prolog'a) описания теорий ЛЗ :

d – sort – theory (sort – theory(Sort, Var – Something – SemClass, Rel – list))

и задаваемых этими ЛЗ отношений :

```
d _ relation _ theory ( relation _ theory (SemClass, VarName _ for _ Concept1, VarName _ for _ Concept2, Rel _ list))
```

определение принадлежности слова сорту (Семантическому Классу) с заданной теорией, а также автоматическое выявление отношения (в частности, определяемое Семантическим Классом глубинного синтаксического актанта предикат ного слова, см. пример на 1), задаваемого ИГ, на основе исходных данных о Семантических Классах слов по словарю организуется как сопоставление (с предварительной конкретизацией входящих в составные объекты `sort _ theory` и `relation _ theory` переменных) аксиом из списков `Rel _ list` с занесенными в динамическую базу фактов утверждениями `relation2` в соответствии с нижеприведенными Пролог-правилами.

Правило для установления принадлежности слова Семантического Класса `Concept` заданному сорту `Sort` :

```
semantic _ orientation _ by _ sort _ theory (Concept,Sort) : -
    d _ sort _ theory (sort _ theory (Sort, Var _ Something, Relation _ Definition)),
    assertz (concrete _ definition (Var _ Something, Concept)),
    relation _ processing(Relation _ Definition),
    retractall(concrete _ definition( _ , _ )).
```

Правило для установления распознавания отношения `Rel`, задаваемого реляционной ИГ, на основе Семантических Классов опорного и зависимого слова:

```
can _ be _ in _ relation2 _ for _ noun _ phrase(Rel, X, Y) : -
    d _ relation _ theory(relation _ theory(Rel,Var _ Something, Var _ Substance,Relation _
Definition)),
    assertz(concrete _ definition(Var _ Something,X)),
    assertz(concrete _ definitkm (Var _ Substance,Y)),
    relation _ processing (Relation _ Definition),
    retractall(concrete _ definition( _ , _ )).
```

В показанных правилах конкретизация переменных, входящих в описания теорий, осуществляется посредством занесения в динамическую БД фактов `concrete _ definition(Var _ Something, Var _ Meaning)`. Здесь `Var _ Something` — фигурирующая в утверждениях теории переменная, `Var _ Meaning` — ее значение. Вспомогательное правило `relation _ processing(Relation _ Definition)` осуществляет рекурсивную обработку списка `Relation _ Definition` аксиом теории. При этом факты `concrete _ definition` используются для установления соответствия значений переменных в структурах `rel2` из списков `Relation _ Definition` значениям соответствующих аргументов предиката `relation2` в известных системе фактах наличия семантических отношений между понятиями.

Распознавание в тексте самой реляционной ИГ, задающей требуемое отношение `Rel`, может быть описано следующим ориентирующим Пролог-правилом

```

relational _ noun _ phrase(Rel,Word1,Word2) :-
    morfol _ characteristics(Word1,SyntClass1,GramInfol),
    morfol _ characteristics(Word2,SyntClass2,GramInfo2),
    has a relational type(SyntClass1,GramInfo1,SyntClass2,GramInfo2),
    semantic _ orientation (Word1 ,SemClass 1),
    semantic _ orientation(Word2,SemClass2),
    can _ be _ in _ relation2 _ for _ noun _ phrase(Rel,SemClass1,SemClass2).
    
```

Здесь на основе выявленных с помощью правила `morfol _ characteristics` Синтаксических Классов (`SyntClass1` и `SyntClass2`) и кодов грамматических характеристик (`GramInfol` и `GramInfo2`) опорного `Word1` и зависимого `Word2` слова Именной Группы устанавливается ее принадлежность к одному из видов реляционных ИГ, информация о которых описывается занесенными в динамическую базу фактов утверждениями `has _ a _ relational _ type`. Правило `semantic _ orientation(Word,SemClass)` устанавливает принадлежность слова `Word` семантическому классу `SemClass` с учетом существующего между Семантическими Классами отношения включения [2].

Составные объекты `sort theory` и `relation theory` могут быть легко преобразованы в структуры, принадлежащие определенному для работы с деревьями в `Visual Prolog`'е специальному домену `tree`, что позволяет задействовать средства `Visual Programming Interface (VPI)` для вывода на экран древовидного описания теории ЛЗ и теории задаваемого этим значением отношения. Так, на 3 представлена теория отношения «Quant», соответствующего СК актанта для количественной валентности глагола *сжечь* в значении *израсходовать*. Данная теория построена на основе показанной на 2 теории Лексического Значения «контейнер», которое задает рассматриваемое отношение.



Рис. 2. Теория ЛЗ «контейнер»

Процесс подготовки для последующего занесения в базу знаний формализованных описаний теорий ЛЗ и задаваемых ими отношений в простейшем случае можно

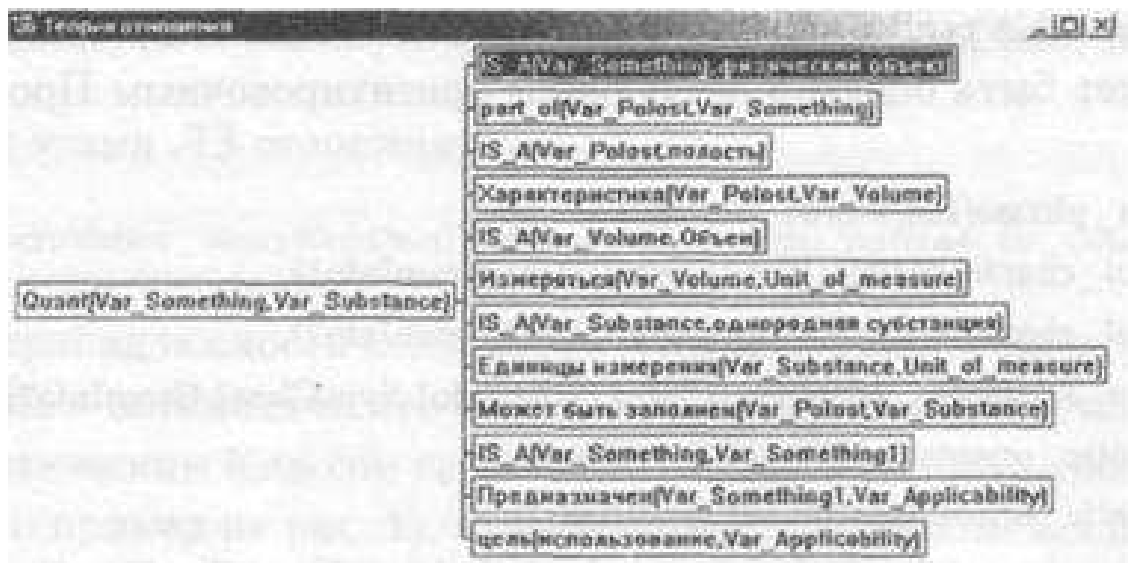


Рис. 3. Теория отношения «Quant»

организовать как выбор соответствующих значений (имен сортов, названий отношений, их аргументов, обозначений для переменных) из предлагаемых экранной формой списков с последующим контрольным выводом на экран полученных описаний теорий в виде представленных на рис. 2 и рис. 3 деревьев.

Тем не менее, как показано в [6], возможны ситуации, когда слово (даже без учета полисемии) может принадлежать сразу нескольким сортам. Если слово одновременно относится к сортам X , Y и Z , то теория его ЛЗ будет включать аксиомы, специфичные для сортов X , Y и Z , плюс дополнительные аксиомы для ЛЗ рассматриваемого слова. Теоретически также возможно непустое пересечение множеств аксиом, например, для сортов X и Y , при котором ни одно из двух множеств не включает другое в качестве подмножества. При независимом описании теорий разных ЛЗ актуальными здесь будут проблемы адекватности как используемого набора утверждений-аксиом отдельной теории, так и содержательной интерпретации самих аксиом. В следующем разделе мы покажем, как данные проблемы могут быть решены с применением идей и методов Формального Концептуального Анализа (ФКА) [10].

3. КОНТРОЛЬ КОРРЕКТНОСТИ НАБОРОВ АКСИОМ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТЕОРИЙ

В работе [11] с помощью математических методов ФКА строилась модель структуры типов генитивной конструкции, опорное слово которой принадлежит сорту «контейнер». При этом множеству объектов формального контекста [10] соответствовало множество типов для существительных, участвующих в построении генитивной конструкции (рассматривалась русская генитивная конструкция меры), множеству

формальных атрибутов — множество λ — выражений, принимающих истинностное значение и описывающих принадлежность существительных и содержащих их конструкций некоторому сорту, который упоминается в утверждениях теории сорта «контейнер».

В настоящей работе мы покажем на примере сорта «контейнер», каким образом можно, используя теории слов-представителей сорта, оценить адекватность теории его самого.

Действительно, как показано в [6], теория слова «ссылается» к теориям всех сортов, к которым слово принадлежит. При использовании предложенного в настоящей работе формального описания теорий сортов аксиомы той части теории слова, которая является «отсылкой» к теории соответствующего сорта, будут находиться во взаимно-однозначном соответствии с аксиомами теории самого сорта следующим образом: внутри каждой теории выделяются сходные группы аксиом и каждая из этих групп задает свою функцию таким образом, что значения идентичных функций у теорий слов с более узким и более широким смыслом будут связаны отношением IS – A («род-вид»), за счет чего принадлежащие заданному сорту слова как объекты образуют иерархию.

Сказанное позволяет представить модель системы теорий слов в виде многозначного контекста:

$$K = (G, M, W, I),$$

в котором множеству объектов G соответствует множество слов - представителей заданного сорта (включая слово для обозначения самого сорта), множеству формальных атрибутов M - множество функций, задаваемых утверждениями теорий и характеризующих обозначаемые словами понятия внутри данного сорта, множеству атрибутивных значений W - множество значений указанных функций. Тернарное отношение I между G, M и W , которое задает частичное отображение G на $W : m(g) = w$, ставит в соответствие каждой функции ее значение для рассматриваемого слова.

Каждая из этих функций представляет собой λ - выражение, возвращающее в качестве своего значения выходной аргумент факта relation2 динамической базы данных, на который ссылается тот постулат теории, который может однозначно характеризовать некоторое ключевое свойство обозначаемого словом объекта реальности.

В качестве примера приведем λ - выражение, значением которого для всех объектов, имеющих полость в своем составе, будет название-этикетка характеристики, классифицируемой как «объем», той части объекта, которая может рассматриваться как «полость»:

$$\lambda z \lambda x [\exists y (\text{part_of}(x)(y) \text{ and } \text{полость}(y) \text{ and } \text{характеристика}(y)(z) \text{ and } \text{объем}(z))]$$

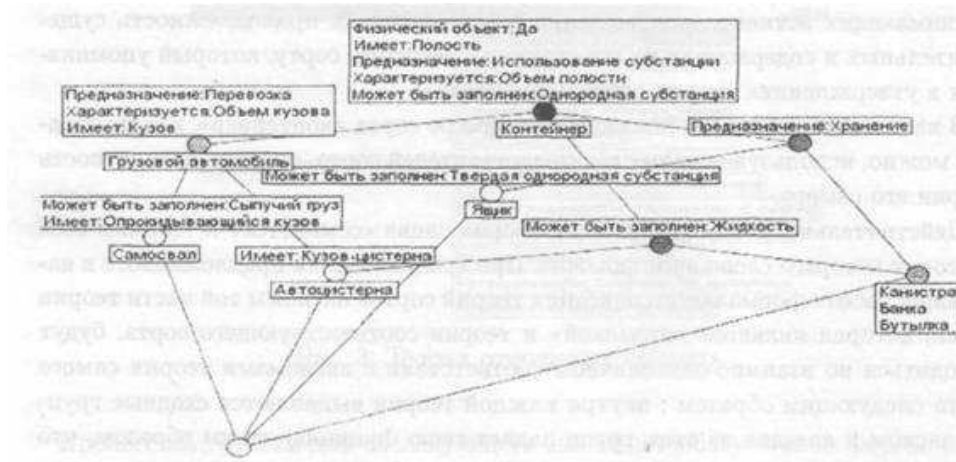


Рис. 4. Модель системы теорий слов-представителей сорта «контейнер»

Путем применения принципа лямбда-конверсии Черча [8] можно получить выражения для конкретных объектов, обозначаемых существительными рассматриваемого сорта. Так, для абстрактного объекта «контейнер» будем иметь:

$$\lambda z \lambda x [\exists y (\text{part_of}(x)(y) \text{ and } \text{полость}(y) \text{ and } \text{характеристика}(y)(z) \text{ and } \text{объем}(z))] (\text{контейнер})(z)$$

$$\lambda z [\exists y (\text{part_of } \text{контейнер}(y) \text{ and } \text{полость}(y) \text{ and } \text{характеристика}(y)(z) \text{ and } \text{объем}(z))]]$$

Сравнением значений идентичных функций между словами может быть задано известное в теории ФКА отношение «субконцепт-суперконцепт», что позволяет систематизировать теории слов-представителей отдельного сорта. Для построения и визуализации формального контекста в настоящей работе было использовано реализующее методы ФКА специализированное ПО ToscanaJ (<http://toscanaj.sourceforge.net>).

Полученное средствами ФКА визуальное иерархическое представление (рис. 4) системы слов заданного сорта позволяет оценить степень сходства и различия теорий отдельных слов внутри сорта, на основе чего можно сделать вывод об адекватности набора аксиом, задающих теорию данного сорта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная в настоящей работе методика использования информации о Лексическом Значении слова в виде теории Семантического Класса (сорта) обозначаемого им объекта реального мира позволяет при построении дерева глубинного синтаксиса анализируемой фразы ЕЯ выбирать вариант установления отношений подчинения между словами фразы в соответствии с требованиями к семантической интерпретации глубинных синтаксических актантов предикатного слова, задаваемых

его Моделью Управления, для случая, когда Семантическим Классом актанта определяется некоторое отношение. При наличии формализованного описания теории этого отношения предлагаемым в работе методом оно может быть автоматически выделено в тексте по факту присутствия Именной Группы, задающей отношение.

Сфера применения представленной нами модели системы теорий слов в виде многозначного контекста не ограничивается анализом сходств и различий значений слов внутри отдельного сорта. Лежащая в ее основе методика систематизации теорий-описаний Лексических Значений слов и задаваемых ими отношений позволяет построить подобную модель для всего множества сортов, теории которых имеют показанное во втором разделе пересечение множеств аксиом. Это дает возможность избежать противоречий и дублирования информации при описании новых сортов, а также делать выводы о полноте и адекватности словарных определений, лежащих в основе самих теорий. Перспективным направлением использования полученных в работе результатов является развитие существующих и создание новых лингвистических информационных ресурсов, в частности, построение предметно-ориентированных словарей на базе Русского общесемантического словаря [7].

В качестве перспективного направления дальнейших исследований следует отметить введение в рассмотрение формализованных теорий для контекстных отношений, которые не могут быть заданы опорным существительным ИГ. Хорошей теоретической основой для исследований в этом направлении могут послужить упомянутые в [6] работы в рамках структурного изучения лексической и контекстной семантики. Применительно к реализации системы правил синонимических преобразований ГСС заслуживает интерес изучение возможностей использования информации теорий ЛЗ слов для формализации описанных в [5] синтагматических ограничений (фильтров), накладываемых на преобразования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №06-01-00028).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов Г.М., Михайлов Д.В. Установление смысловой эквивалентности высказываний : на пути к решению проблемы Искусственный интеллект. - 2004. - №2. - С.86-90.
2. Емельянов Г.М., Михайлов Д.В. Построение Модели Управления предикатного слова на основе его лексикографического толкования Таврический вестник информатики и математики. - 2005. - №1. - С.35-48.
3. Мельчук И.А. Опыт теории лингвистических моделей «Смысл \leftrightarrow текст» : Семантика, синтаксис - М.: Школа «Языки русской культуры», 1999. - 345 с.
4. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. - 360 с. «Таврійський вісник інформатики і математики», №1 2006

5. Апресян Ю.Д. Избранные труды. Т.1. Лексическая семантика. Синонимические средства языка - М.: Школа «Языки русской культуры», 1995. - 472 с.
6. Partee В.Н., Borschev V.B. Genitives, types, and sorts. In Possessives and Beyond: Semantics and Syntax eds. Ji-yung Kim, Yury A. Lander and Barbara H. Partee. Amherst, MA: GLSA Publications, 2004. - PP. 29-43.
7. Леонтьева Н.Н. Русский общесемантический словарь (РОСС) : структура, наполнение НТИ, сер.2 - 1997. - №12. - С.5-12.
8. Герасимова И.А. Формальная грамматика и интенциональная логика - М.: Институт философии РАН, 2000. - 156 с.
9. Адаменко А.Н., Кучуков А.М. Логическое программирование и Visual Prolog - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 992 с: ил.
10. В. Ganter and R. Wille Formal Concept Analysis - Mathematical Foundations. - Berlin : Springer-Verlag, 1999. - 284 pp, 105 figs.
11. 11. Emelyanov G.M., Stepanova N.A. Model Of Types In Intensional Logic Interactive Systems And Technologies : The Problems of Human-Computer Interaction. - Collections of scientific papers. - Ulyanovsk : ULSTU, 2005. - pp. 66-71