

УДК 004.8:004.9

Д.Р. Рахимова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail: Diana.Rakhimova@kaznu.kz

Построение семантических отношений в машинном переводе

В данной статье рассматривается классификация концептуальных объектов текста и семантических отношений. Проведен аналитический обзор существующих видов и методов представления семантических отношений в обработке текста. Предложены виды и метод описания семантических отношений естественных языков для прикладных лингвистических задач: автоматическая обработка текста, семантический анализ, машинный перевод естественных языков и задачи искусственного интеллекта. Автором предложен новый подход для определения семантических отношений в основе которого лежит метод расширенной атрибутивной грамматики. В процессе семантического анализа текста методом расширенной атрибутивной грамматики вычисляются связи и зависимости между словами предложения. Итогом анализа является согласованное семантическое дерево представления в виде онтологии, в котором каждому узлу приписан атрибут семантического класса. По набору основных характеристик (лицо, часть речи, падеж и др.) можно определить роль, следовательно, и место, данного слова в предложении. Имея согласованное семантическое дерево, рассматриваем задачу синтеза предложения как иерархический процесс, при котором отдельные слова образуют корректные семантические и синтаксические группы, а группы формируют выходное предложение.

Разработан алгоритм построения семантических отношений. Для проверки эффективности описываемый метод применен в реализации машинного перевода различных языковых групп, как русский и казахский язык. При лингвистическом исследовании и практической реализации было разработано для казахского языка 26, а для русского языка 36 смысловых структурных фраз и 8 видов семантических отношений основанных на семантических атрибутах. Приведены практические результаты.

Ключевые слова: семантические отношения, машинный перевод, алгоритм, русский язык, казахский язык.

D.R. Rakhimova

Creation of the semantic relations in machine translation

This article considered the conceptual classification of text objects and semantic relations. Analytical review of existing methods of representation and semantic relationships in text processing. Proposed a method of describing the types and semantic relationships of natural languages for applied linguistic problems: automatic text processing, semantic analysis, machine translation natural languages and problem of artificial intelligence. The author offered new approach for definition semantic relation which is based on the method of augmented attribute grammars. During the semantic analysis method of augmented attribute grammars computed relationships and dependencies between the words of the sentence. The result of the analysis is consistent semantic tree representation as an ontology

which each node is assigned a semantic attribute class. By core set (type, part of speech, case and etc.) can determine the role hence the location of the word in the sentence. Having a consistent semantic tree, consider the problem of synthesis of proposals as a hierarchical process in which individual words form the correct semantic and syntactic groups, and groups form the output sentence.

Presented the algorithm for constructing semantic relationships. To test the effectiveness of the described method has been applied in the implementation of machine translation of different language groups, such as Russian and Kazakh. At linguistic research and practical realization it was developed for for the Kazakh language 26 and 36 for the Russian language semantic structural phrases and 8 kinds of semantic relationships based on semantic attributes. Practical results are presented.

Key words: semantic relations, machine translation, algorithm, Russian, Kazakh language.

Д.Р. Рахимова

Машиналық аудармадағы семантикалық қатынастардың құрастырылуы

Осы мақалада мәтіннің концептуальді объектілердің классификациясы мен семантикалық қатынастары қарастырылған. Қазіргі уақыттағы мәтін өңдеудегі ұсынылатын семантикалық қатынастардың түрлеріне және бейнелеу әдістеріне аналитикалық шолу көрсетілген. Мәтіннің автоматтандырылған өңдеу, семантикалық талдау, табиғи тілдердің машиналық аудару және жасанды парасаттың есептері сияқты қолданбалы лингвистикалық есептердегі семантикалық қатынастардың түрлері мен бейнелеу тәсілдері ұсынылған. Мәтін талдауында семантикалық қатынастарды анықтау үшін автор ұсынған кеңейтілген атрибутты грамматика әдісі негізінде жасалынған. Кеңейтілген атрибутты грамматика әдісі семантикалық талдау кезеңінде сөйлемнің сөздер арасындағы байланыстары мен тәуелділікті анықтайды. Семантикалық талдаудың нәтижесі ретінде үйлесімді семантикалық ағаш түріндегі онтология жүйесі болып табылады. Семантикалық ағаштың әрбір түйіне семантикалық класс атрибуттары анықталынады. Негізгі сипаттамалар (жақ, сөз табы, септеу және т.б.) арқылы сөздің атқаратын рөлі мен сөйлемдегі орналасу орнын анықтауға болады. Үйлесімді семантикалық ағашты анықтай отырып, сөйлемнің синтез мәселесін иерархиялық процесс ретінде қарастыруға болады, және мұндағы әрбір сөзді семантикалық , синтаксистік топ ретінде қарастырылады.

Семантикалық қатынастарды құрастыру алгоритмі көрсетілген.ұсынылған әдіс орыс тілінен қазақ тіліне машиналық аудару жүйесін құрастыру барысында қолданылған. Лингвистикалық зерттеулер мен бағдарламаны іске асыру барысында семантикалық атрибуттарға сүйене отырып орыс тілі үшін 36, ал қазақ тілі үшін 26 мағыналық сөз тіркес (фразалар) түрлері мен 8 семантикалық қатынастар құрылған. Практикалық нәтижелер келтірілген.

Түйін сөздер: семантикалық қатынастар, машиналық аудару, алгоритм, орыс тілі, қазақ тілі.

Типы и способы представления семантических отношений

Наиболее распространенным способом графического представления семантического отношения (CO) между значениями слов является представление его в виде направленной дуги или стрелки, связывающей между собой точки, или узлы, соответствующие

значениям слов. наглядным примером может быть пример семантической сети проиллюстрирована на рисунке 1.

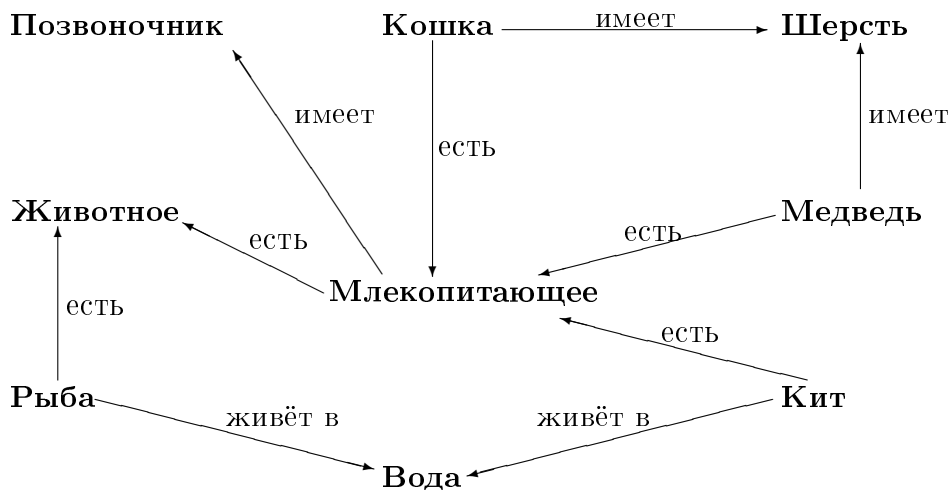


Рисунок 1. Пример семантической сети

Каждое слово в языке характеризуется определенным набором семантических отношений, в которые оно может вступать с другими словами в тексте.

Количество типов отношений в семантической сети определяется её создателем, исходя из конкретных целей. В реальном мире их число стремится к бесконечности. Каждое отношение является, по сути, предикатом, простым или составным. Скорость работы с базой знаний зависит от того, насколько эффективно реализованы программы обработки нужных отношений [3].

В разных системах формально-семантического описания выделяются разные наборы СО. Так, в **падежной грамматике Ч. Филлмора** выделяется 6 СО, называемых "глубинными падежами":

1. Агентив (А) - падеж одушевленного инициатора действия.
2. Инструменталис (I) - падеж неодушевленной силы или предмета, который включен в действие или состояние, называемое глаголом, в качестве его причины.
3. Датив (D) - падеж одушевленного существа, которое затрагивается состоянием или действием, называемым глаголом.
4. Фактитив (F) - падеж предмета / существа, который возникает в результате действия или состояния, называемого глаголом.
5. Локатив (L) - местоположение или пространственная ориентация действия или состояния, называемого глаголом.
6. Объектив (O) - семантически наиболее нейтральный падеж: что-либо, что может быть обозначено существительным, роль которого в действии или состоянии, которое называет глагол, определяется интерпретацией самого глагола.

В языке для описания значений слов, предложенном Ю.Д. Апресяном между семантическими единицами (семами) устанавливается всего восемь элементарных СО (ЭСО): субъекта, объекта, контрагента, содержания, места, времени, количества и определительное.

А. Сокиркой были предложены 25 видов семантических отношений, используемые в модуле поверхностно семантического анализа в системе "Диалинг" для русского языка [4].

Кроме перечисленных отношений, в программе используются еще некоторых "технические" связи, которые в семантической структуре только лишь соединяют узлы, фактически никак не характеризуют их текстовую зависимость по смыслу.

Эти различия объясняются тем, что в зависимости от цели, для которой разрабатывался соответствующий метаязык, исследователь останавливался на том или ином уровне обобщения конкретных содержательных отношений, наблюдаемых между словами, синтаксически связанными в тексте.

Семантический анализ текста

Прежде чем описывать семантические отношения и связи в машинном переводе, начнём с такого понятия, как *синтаксический анализ предложений* (по-английски *parsing*). Суть этого процесса состоит в построении графа, "каким-либо образом" отражающего структуру предложения. На сегодня не существует единственно принятой системы принципов, на которых строится граф. Даже в рамках одной концепции взгляды отдельных учёных на зависимости между словами могут различаться. В данное время существуют несколько методов синтаксического анализа и модернизируются в плот до семантического анализа (*semantic parsing*).

Для семантического анализа текста будет использован предложенный автором метод расширенной атрибутивной грамматики (РАГ), основанный на атрибутивной грамматике Кнута [2]. С помощью грамматики зависимости (*dependency parsing*) будет построено дерево синтаксического анализа предложения. Основная идея грамматики зависимости - соединять между собой зависимые слова. Центром практически любой фразы является глагол (явный или подразумеваемый). Далее от глагола (действия) можно задавать вопросы: кто делает, что делает, где делает и так далее.

Основным качеством грамматики зависимости является, что соединяя между собой слова, не создаётся дополнительных сущностей, и, стало быть, упрощается дальнейший анализ. В конце концов, синтаксический анализ - это лишь очередной этап обработки текста, и дальше надо представлять, что с полученным деревом делать. В каком-то смысле дерево зависимостей "чище", ибо показывает явные **семантические связи** между элементами предложения. Далее, нередко утверждают, что грамматики зависимости больше подходит для языков со свободным порядком слов. У Хомского все зависимые блоки так или иначе действительно оказываются рядом друг с другом. Здесь же в теории можно иметь связи между словами на разных концах предложения.

На входе семантико-синтаксического анализа текста в МП для дальнейшей работы необходимы начальные данные, полученные из лексико-семантического анализа методом РАГ. На данном этапе с элементов (слов) входного текста будут считываться полученные лексические свойства и семантические атрибуты для определения семанти-

ческих отношении.

$$AAG = \langle G, A, R^W, R^F, R^S \rangle, \quad (1)$$

где G - контекстно-свободная грамматика предложений естественного языка, A - конечное множество семантических атрибутов; R^W - множество семантических правил на уровне слов, R^F - множество семантических правил на уровне фраз предложения, R^S - множество семантических правил на уровне предложения.

На основе метода РАГ были исследованы и предложены основные группы семантических атрибутов: действие ($A_{sem}(act)$), субъект ($A_{sem}(sub)$), объект ($A_{sem}(obj)$), время ($A_{sem}(tm)$), места ($A_{sem}(pl)$), характеризующие параметры ($A_{sem}(ch.pr)$).

Можно сказать что выше предложенные семантические атрибуты пересекаются выше указанных научных работах. Но надо отметить что сам метод представления семантики и описания семантических отношении отличен от других. Предлагаемая расширенная атрибутивная грамматика в отличии от других семантических методов рассматривает семантические свойства текста на различных уровнях анализа (лексический, синтаксический). Так как на разных этапах обработки текста свойственны различные типы семантических атрибутов и их связи, которые используются на следующем уровне анализа.

Семантические отношения

Для таких систем семантического описания, в которых значения слов представляются в виде элементарных смысловых единиц (сем), связанных элементарными семантическими отношениями естественно встает вопрос: как соотносятся между собой два множества - множество семантических отношений между значениями слов во фразе? На этот вопрос в принципе может быть два ответа:

1. СО между семами в описании значения слова и СО между значениями слов в тексте - это два разных множеств СО. В первом случае относится к тезариусу или системам толкования слов, то второе к семантическому анализу текста. Но надо учитывать что эти множества взаимосвязаны;
2. все СО между значениями слов в тексте могут быть сведены к минимальному количеству СО.

Только второй ответ на этот вопрос соответствует задаче построения интегрального семантического описания языка. Такое описание предполагает, что фразы, признаваемые имеющими одно и то же значение, должны получить тождественные описания.

В методе РАГ составляется множество словосочетаний (фраз) $\{f_k\}$, которые несут смысловые связи. Для определения семантических значений фраз и предложений вводятся семантические правила для группы существительного, глагола, обстоятельства, а также структуры предложений с учетом особенностей грамматики русского и казахского языка

$$f_k = \{A_{sem}(w_i), A_{sem}(w_j)\}. \quad (2)$$

На основе исследования **смыслового соединения фраз** были разработаны следующие основные структуры словосочетания, построенные на семантических правилах на уровне фраз $R^F(A)$, с помощью которых воспроизводятся простые семантические связи:

$$R^F(A) ::= F \quad (3)$$

где F - множество семантических фраз

$$F := \{f_k\}, \quad k = 1, \dots, n. \quad (4)$$

$$F := \{ \{A_{sem}(ch.par), A_{sem}(sub)\}, \{A_{sem}(obj), A_{sem}(act)\}, \\ \{A_{sem}(sub), A_{sem}(pl)\}, \{A_{sem}(tm), A_{sem}(obj)\} \dots \}.$$

Структура и связи базовых фраз были построены на основе грамматических правил русского и казахского языка с учетом смыслового соединения. Предложенным методом было разработано для казахского языка 26, а для русского языка 36 смысловых структурных фраз [2]. А так же в каждой фразе определяется доминирующее по смыслу слово, которое способствует в дальнейшем при построении семантической структуры метаязыка.

При переводе и генерации текста на казахский язык надо учитывать некоторые лингвистические свойства. Например: слова являющиеся семантическим атрибутом характеристического параметра ($A_{sem}(ch.par)$) всегда расположен перед описываемым объектом (субъекта, места, действия, времени). Для глаголов или слов описывающие семантический атрибут действия ($A_{sem}(act)$) по структуре всегда следует после других частей речи и семантических атрибутов. Связь проверяется с право на лево от основных смысловых элементов, т.е. от слова у которого семантический атрибут действия ($A_{sem}(act)$).

Учитывая грамматические правила русского и казахского языка и смысловые взаимосвязи семантических атрибутов можно сказать, что полнота базовых фразовых структур является достаточной. Основой этих отношений выступает **дистрибуция** (дистрибутивный анализ). Связь между словами определяется по их расположению в речи относительно друг друга (сочетаемость, аранжировка). Они формализуются с помощью математической теории вероятностей, статистико-вероятностного подхода, исчисления предикатов и исчисления высказываний, теории алгоритмов. Конечно можно было использовать выше перечисленные методы, но на качестве контекста предложения и определении семантических связей скажется плохой результат. Так как для естественных языков не существует единого математического аппарата описывающий все возможные вариации представления текста (синтаксический и семантический анализ).

В процессе семантического анализа предложения методом РАГ вычисляются аргументные зависимости между словами предложения. Итогом анализа является согласованное семантическое дерево представления в виде онтологии, в котором каждому узлу приписан атрибут семантического класса. По набору основных характеристик (лицо, часть речи, падеж и др.) можно определить роль, следовательно, и место, данного слова в предложении. Имея согласованное семантическое дерево, рассматриваем задачу синтеза предложения как иерархический процесс, при котором отдельные слова образуют корректные семантические и синтаксические группы, а группы формируют выходное предложение.

Каждому узлу в семантическом дереве приписывается множество атрибутов: $\#category$, $\#type$, $\#plural$, $\#A_{sem}$ и т.д. По отношению к аргументам x_1, x_2, \dots, x_n каждую функцию-слово g можно представить из следующих видов:

префиксная запись: $g x_1 x_2 \dots x_n$,

инфиксная запись: $x_1 x_2 \dots g \dots x_n$,

постфиксная запись: $x_1 x_2 \dots x_n g$.

В частности, существительные выводятся в префиксной записи по отношению к прилагательным: "белый дом" функция записывается $\{\text{белый}\}$ дом. Так же предлоги и союзы будут функциями в префиксной записи: на<столе>; и<ручка, тетрадь>; интерпретируется как "на столе", "ручка и тетрадь". Глаголы и глагольные составляющие описываются в виде инфиксной записи: лежали [и<ручка, тетрадь>, на<столе>] интерпретируется как "ручка и тетрадь лежали на столе".

Различные функции-слова по отношению к семантическим атрибутам и семантическим отношениям связи записываются разными скобками: () – простая связь ; [] – глагольные ; { } – при описании характеристических параметров ; < > – предложные и союзные связи.

Например запись: *вчера ручка и тетрадь лежали на большом столе – кеше қалам және дәптер ұлкен үстелдің үстінде жатты* интерпретируется как

лежали[вчера, и<ручка, тетрадь>, на<{большом}столе>]

Рекурсивно группируя поддеревья семантического дерева по семантическим атрибутам их корневых узлов, получаем семантическую структуру грамматически правильного семантически связного предложения. Для непосредственного синтеза предложения по его семантической структуре необходимо сделать рекурсивный обход, начиная с самого левого узла (субъект), продолжая вторым узлом на том же уровне (глагольная группа), переходя к третьему узлу на том же уровне (объект) и завершая всеми оставшимися узлами (обстоятельства места, времени и т.д.). Правила линеаризации разделяются на ядро и периферию. В результате экспериментов были обнаружены следующие правила линеаризации, составляющие ядро алгоритма:

- обмену подлежат только узлы на одном уровне в семантическом дереве и с одним общим родителем;
- причастные и деепричастные обороты образуют единую неделимую группу слов;
- однородные члены, отвечающие на один смысловой вопрос, могут быть упорядочены лексикографически;
- при процедуре обмена местами узлов дерева должен осуществляться полный перенос их поддеревьев, что позволяет сохранить семантические связи с присоединяемыми словами.

При семантико-синтаксическом анализе текста мы получаем некое множество все возможных сочетаний семантических фраз предложения, которые дают основные связи между элементами на метаязыке для формирования смысловой онтологии текста.

К множеству F будет применены *семантические правила на уровне предложения* R^S , основанные на СО.

$$R^S(F) := O(S), \quad (5)$$

где $O(S)$ -онтология предложения S .

Таблица 1. Виды семантических отношении метода РАГ

Название	Структура	Пример
Действие(action)	$[x]A_{sem}(act)$ $\backslash A_{sem}(act)[x]$	уехала машина – уехала[машина]; Девочка устала – [девочка]устала;
Принадлежность (belonging)	(x, y)	Роман Абая – (Абая, роман); Жители поселка – (поселка, жители);
Время (time)	$[A_{sem}(tm)]A_{sem}(act)>$	Это произошло вчера – – произошло[это, вчера] ;
Описание \значение (Specification)	$\{A_{sem}(ch.p)\}x$	Красивое платье – {красивое}платье; приехал быстро – {быстро}приехал;
Инструмент \средство (instrument\means)	$[x]A_{sem}(act)$	Резать ножом – [ножом]резать; Гордиться страной – – гордиться[страной];
Расположение (location)	$(x, A_{sem}(pl)),$ $(A_{sem}(pl), A_{sem}(act))$	Яблоки из Алматы – (яблоки, из<Алматы >); Отдыхать на море – – отдыхать[на<море>];
Имя (name)	$(A_{sem}(sub), A_{sem}(sub))$	тракторист Омаров – – (Омаров, тракторист); Я преподаватель – – (я, преподаватель);
Причина\цель (reason\purpose)	(x, y)	Карантин в целях профилактики – – (карантин, в целях<профилактика>); Самолет не вылетел из за тумана – – не вылетел[самолет, из за <тумана>];

В таблице 1 показаны основные виды СО, построенные на связях и семантических атрибутах элементарных смысловых единиц текста.

На основе семантического анализа предложенного метода РАГ создается онтология входного текста (для простых предложений русского языка) для генерации структурно-семантического полного текста на выходной язык (казахский язык). Где понятия – является элементами входного текста с грамматическими и семантическими признаками (атрибутами); отношения – множество семантических отношении в СМП; аксиомы – множество семантических правил на уровне слов, фраз и предложения; отдельные экземпляры – множество исключения элементов словообразования и лексико-синтаксических правил (слова исключения к примеру как слово "безумие", сложносоставные слова, фразеологизмы и др.) ;

Алгоритм построения семантических отношений

Основой для алгоритма определения и построения СО будит служит грамматика зависимости, так как синтаксический анализ текста строится на этом методе. Основным (ключевым) объектом текста будут слова описывающие действие (глагол) и имеющие семантический атрибут $A_{sem}(act)$. Надо учитывать что над текстом произведен лексико-семантический анализ, были определены и присвоены семантические атрибуты к словам предложения. Алгоритм определения СО показан на рисунке 2.

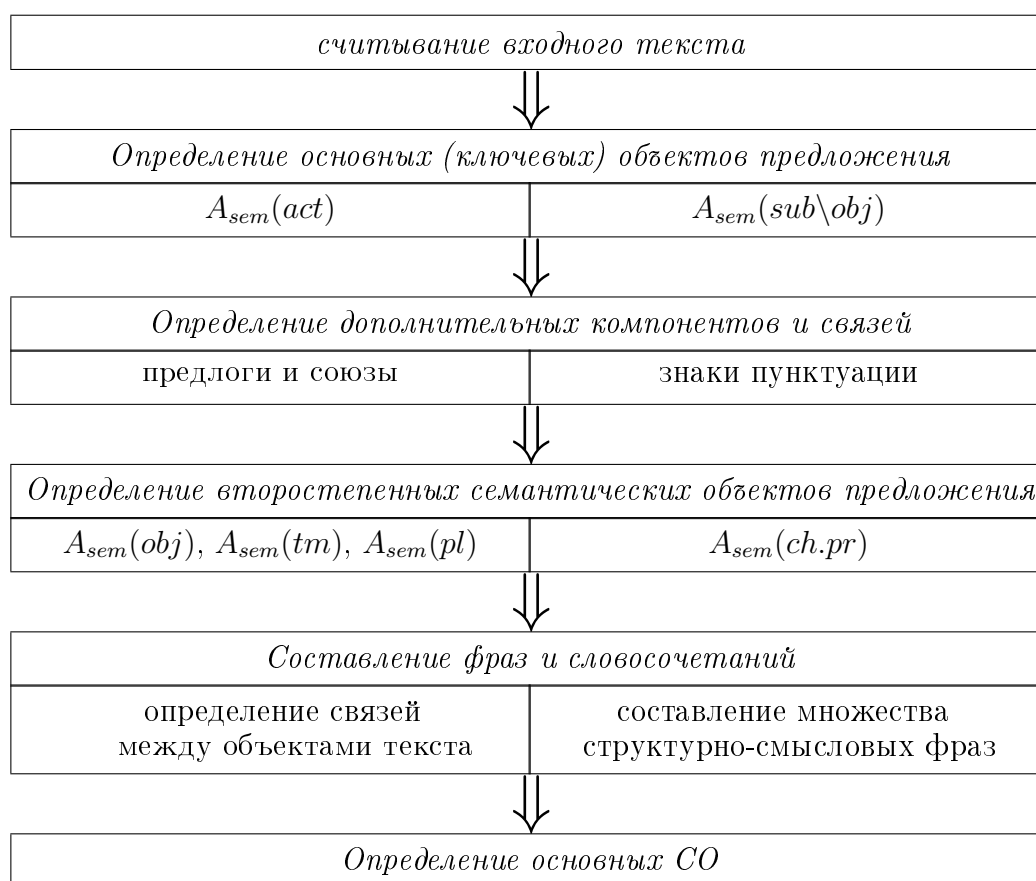


Рисунок 2. Алгоритм определения СО

На рисунке проиллюстрирована общая схема принципа определения СО в тексте (для простых предложений). Конечно, каждый процесс является сложной системой со своими условиями и правилами.

Рассмотрим каждый модуль алгоритма:

1. **Считывание входного текста.** Определение количества объектов в тексте и длину объектов. Считывание синтаксические и семантические атрибуты объектов текста.
2. **Определение основных (ключевых) объектов предложения.** В тексте определяются слова имеющие семантический атрибут действия $A_{sem}(act)$. И от этого ключевого объекта в лево производится поиск слова с семантическими атрибутами

субъекта или объекта. В ином случае поиск будет произведен вправо от ключевого слова. После нахождения подходящего слова и ему присваивается статус ключевого слова в предложении. Потому что все связи и СО будут строиться от этих компонентов. Конечно, доминирующим объектом в тексте будут слова с семантическим атрибутом действия. В случае отсутствия глагола и слов действия поиск и связи СО будут определяться от ключевых слов с атрибутами $A_{sem}(sub\backslash obj)$.

3. **Определение дополнительных компонентов и связей.** На смысл и структуру предложения текста так же очень может влиять предлоги и союзы, а так же пунктуации. В этом модуле описываются правила соединения и перевода на выходной язык.
4. **Определение второстепенных семантических объектов предложения.** После определения ключевых семантических объектов и общей структуры предложения надо определить остальные объекты текста. В данном модуле применяется определенный набор правил и исключений для определения объектов с семантическими атрибутами $A_{sem}(obj)$, $A_{sem}(tm)$, $A_{sem}(pl)$, $A_{sem}(ch.pr)$.
5. **Составление фраз и словосочетаний.** В данном модуле определяются связи между объектами и создаются все возможные структурно-смысловые фразы предложения.
6. **Определение основных СО.** Из всего множества фраз надо определить основные фразы несущие основной контекст предложения и довести до минимума количество СО.

При синтаксическом и семантическом анализе предложения (текста) выявляется множество фраз и словосочетаний, конечно не все эти соединения несут смысловое значение. И связи с этим надо оптимизировать множество фраз (F). А так же все СО между значениями слов в тексте могут быть сведены к минимальному количеству СО.

Введем обозначение F^* – является множеством фраз, элементы которых пересекаются хотя бы один раз:

$$F^* = f_i \cap f_j.$$

Таким образом можно определить семантические узлы, с помощью которых можно вычислить связи и семантические отношения. Эффективность построения СО и скорость поиска на много увеличивается.

Пример 1 На рисунке 3 показан входной текст и полученный результат на выходном языке. В третьем окне показан семантический анализ предложения и составленные СО. СО отмечены порядковыми номерами объектов (единиц) входного текста (русского языка).

Заключение

Основной семантической задачей машинного перевода является полный смысловый анализ текста на метаязык с помощью которого будут сгенерированы предложения на

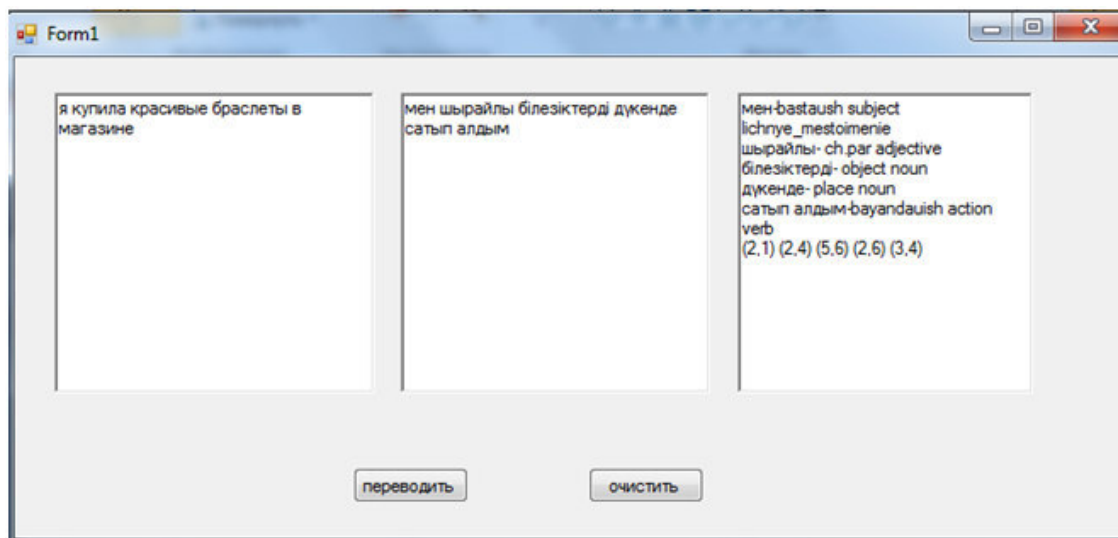


Рисунок 3. Пример машинного перевода и семантического анализа простого предложения с русского на казахский язык

выходной язык. При обработке текста в машинном переводе на начальных и на отдельных стадиях были свои проблемы и затруднения, которые можно было решить с помощью дополнительных семантических методов. В данной работе были рассмотрены типы и способы представления СО. Проведен анализ научных работ по СО. А так же в данной работе был представлен метод семантического анализа (РАГ), с помощью которого определяются семантические атрибуты объектов текста, связи и СО между ними. Разработан алгоритм представления СО при семантическом анализе текста. Приводится пример практического использования предлагаемого метода.

Литература

- [1] *Тукеев У.А., Рахимова Д.Р.* Синтаксический анализ казахского языка на основе грамматики зависимости. // Труды международной научно-практической конференции. "Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика" (КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2012 г.). – Т.2. – С. 580–582.
- [2] *Tukeyev U., Rakhimova D.* Augmented attribute grammar in meaning of natural languages sentences. // SCIS-ISIS 2012. The 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems. The 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems. – Pp. 1080–1084.
- [3] *Семантическая сеть.* <http://ru.wikipedia.org/> (обращение 10.08.2013)
- [4] *Семантические словари в автоматической обработке текста (по материалам системы ДИАЛИНГ).* <http://www.aot.ru/docs/SemRels.htm> (обращение 10.08.2013)
- [5] *Заметки об NLP.* <http://habrahabr.ru/post/79830/> (обращение 20.08.2013)

- [6] *Найханаова Л.В.* Основные типы семантических отношений между терминами предметной области. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – №1. – С. 62–71.
- [7] *Семантика словосочетаний*. <http://www.durov.com/study> (обращение 05.09.2013)

References

- [1] *Tukeyev U.A., Rakhimova D.P.* Sintaksicheskiy analiz kazakhskogo yazyka na osnove grammatiki zavisimosti. // Trudy mazhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. "Informatsionnye i telekommunikatsionnye tekhnologii: obrazovanie, nauka, praktika" (KazNTU imeni K.I. Satpaeva, 2012 g.). – T.2. – S. 580–582.
- [2] *Tukeyev U., Rakhimova D.* Augmented attribute grammar in meaning of natural languages sentences. // SCIS-ISIS 2012. The 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems. The 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems. – Pp. 1080–1084.
- [3] *Semanticheskaya set'*. <http://ru.wikipedia.org/> (obrashchenie 10.08.2013)
- [4] *Semanticheskie slovari v avtomaticheskoy obrabotke teksta (po materialam sistemy DIALING)*. <http://www.aot.ru/docs/SemRels.htm> (obrashchenie 10.08.2013)
- [5] *Zametki ob NLP*. <http://habrahabr.ru/post/79830/> (obrashchenie 20.08.2013)
- [6] *Naikhanaova L.V.* Osnovnye tipy semanticheskikh otnosheniy mezhdru terminami predmetnoi oblasti. // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Tekhnicheskie nauki. – 2008. – №1. – S. 62–71.
- [7] *Semantika slovosochetaniy*. <http://www.durov.com/study> (obrashchenie 05.09.2013)