

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

О. Е. Елисеева

**ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВОЙ ИНТЕРФЕЙС
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений по специальности «Искусственный интеллект»*

Под научной редакцией профессора В. В. Голенкова

Минск БГУИР 2009

УДК 007.52(075.8)
ББК 32.813я73
Е51

Рецензенты:

кафедра математического обеспечения автоматизированных систем управления
факультета прикладной математики и информатики
Белорусского государственного университета;

старший научный сотрудник лаборатории распознавания и синтеза речи
Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси,
кандидат технических наук Л. И. Цирульник;

доцент кафедры прикладной лингвистики Белорусского государственного университета,
кандидат филологических наук А. И. Головня

Елисеева, О. Е.
Е51 Естественно-языковой интерфейс интеллектуальных систем : учеб. пособие /
О. Е. Елисеева ; под науч. ред. проф. В. В. Голенкова . – Минск : БГУИР, 2009. –
151 с. : ил.
ISBN 978-985-488-323-6

В учебном пособии рассматривается актуальная задача разработки естественно-языкового интерфейса интеллектуальной системы.

Содержание пособия соответствует типовой программе учебного курса «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс» по специальности «Искусственный интеллект».

Изложены вопросы моделирования процесса общения в интеллектуальных системах, формализации естественного языка, основы анализа и синтеза естественно-языковых текстов.

Пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности «Искусственный интеллект», а также родственным специальностям. Может быть полезно специалистам в области разработки интеллектуальных интерфейсов и прикладных компьютерных систем различного назначения.

УДК 007.52(075.8)
ББК 32.813я73

ISBN 978-985-488-323-6

© Елисеева О. Е., 2009
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2009

Содержание

Предисловие	5
Цели и задачи дисциплины «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс», ее место в учебном процессе	7
Введение	9
Вопросы и задания	19
1. Общение. Диалог. Язык. Концептуальная модель естественно-языкового интерфейса	20
1.1. Общение. Идеология построения модели общения	21
1.1.1. Определение понятия «общение»	21
1.1.2. Прямое и косвенное общение	25
1.1.3. Правила общения	26
1.1.4. Способы общения	27
1.1.5. Модель общения	28
1.2. Диалог. Диалоговая система	30
1.3. Проблема системы языка в современных условиях	40
1.3.1. Определение понятия «язык»	40
1.3.2. Использование психолингвистики для реализации естественно-языкового интерфейса	48
1.4. Язык как система	52
1.5. Задачи реализации процесса общения	59
1.6. Вопросы и задания	60
2. Основы лингвистики. Лингвистическая база знаний естественно-языкового интерфейса	62
2.1. Введение в лингвистику. Анализ и синтез естественно-языковых текстов	62
2.1.1. Основные понятия и определения	62
2.1.2. Уровни изучения текста	65
2.1.3. Общий алгоритм анализа и синтеза естественно-языковых текстов	66
2.2. Морфология. Морфологическая база знаний	69
2.2.1. Классификация слов естественного языка	70
2.2.2. Слово и его состав. Морфологические категории слов	71
2.2.3. Морфологический анализ и синтез	83
2.3. Формальная модель синтаксиса. Синтаксическая база знаний	88
2.3.1. Понятие предложения. Типология предложений	89
2.3.2. Словосочетание и члены предложения. Классификация словосочетаний. Типы сочетаемости слов	92
2.3.3. Синтаксическая структура предложения	95
2.4. Семантика. Семантический анализ. Семантическая база знаний	99
2.4.1. Модель СМЫСЛ – ТЕКСТ	99
2.4.2. Глубинные падежи и семантические валентности	101

2.4.3. Модель управления слова.....	103
2.4.4. Лексические функции.....	111
2.4.5. Глубинно-синтаксический анализ.....	115
2.4.6. Правила перифразирования	117
2.4.7. Толкование слов	120
2.4.8. Семантический анализ	121
2.4.9. Закон семантического согласования.....	125
2.4.10. Глубинно-семантический уровень	127
2.5. Вопросы и задания.....	127
3. Естественно-языковой интерфейс: реализация	131
3.1. Структура знаний естественно-языкового интерфейса.....	131
3.2. Интерфейс интеллектуальной системы	135
3.3. Вопросы и задания.....	145
Литература	146
Приложение. Список сайтов в сети Интернет.....	149

Библиотека БГУИР

Предисловие

Данное учебное пособие является результатом многолетнего опыта преподавания курса «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс» для студентов специальности «Искусственный интеллект» Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности «Искусственный интеллект», родственным специальностям, а также для некоторых филологических специальностей, на которых изучается компьютерная лингвистика. Пособие может быть полезно специалистам в области вычислительной техники, желающим получить представление о принципах построения естественно-языковых интерфейсов интеллектуальных систем, а также об основах компьютерной лингвистики.

Авторы выражают благодарность рецензентам, а также сотрудникам кафедры компьютерной лингвистики Белорусского государственного университета, сотрудникам Минского лингвистического университета, специалистам Российской ассоциации искусственного интеллекта, лаборатории распознавания и синтеза речи Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси за помощь в постановке и совершенствовании учебного курса. Особая благодарность – профессорам В. А. Карпову, В. В. Мартынову, доценту А. И. Головня за неоценимый вклад в развитие дисциплины «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс».

Отдельная благодарность рецензентам: кафедре математического обеспечения АСУ Белорусского государственного университета, доктору технических наук, профессору И. В. Совпелю; старшему научному сотруднику ОИПИ НАН Беларуси Л. И. Цирульник – за объективную критику и ценные замечания, позволившие существенно улучшить качество учебного пособия.

В пособии для лучшего восприятия материала принят ряд соглашений, основные из которых перечислены ниже.

Пособие разбивается на нумеруемые разделы, подразделы и пункты. Наименования разделов, подразделов и пунктов выделяются жирным шрифтом разного размера. В тексте встречаются также фрагменты, имеющие свои заголовки, которые выделяются разреженным жирным шрифтом. Такими заголовками выделяются определения, рисунки, списки ключевых понятий и др. Второстепенные примечания в тексте выделяются более мелким шрифтом.

Наиболее важные фразы, на которые рекомендуется обратить особое внимание, выделяются подчеркиванием.

Приводимые в тексте библиографические ссылки, помимо порядкового номера в списке литературы, содержат также (в круглых скобках) краткие идентификаторы этих ссылок, в которых указывается фамилия автора, год издания и аббревиатура названия статьи или книги. Например, ссылка (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*) означает, что речь идет о книге, автор которой Э. В. Попов, издана книга в 1982 г. и ее название «Общение с ЭВМ на естественном языке».

При описании ссылок на учебные дисциплины специальности «Искусственный интеллект», которые связаны с рассматриваемой в данном пособии дисциплиной, в скобках дополнительно указывается идентификатор соответствующей дисциплины. Например, идентификатор дисциплины «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс» имеет вид “ *УчДисц19-ЕЯ* ”.

Специалисты в области искусственного интеллекта уделяют особое внимание изучению естественного языка с той точки зрения, что естественный язык используется для описания

окружающей нас действительности. Таким образом, естественный язык является универсальным языком представления знаний. Учеными-психологами доказано, что в процессе изучения языка человек развивает свое мышление, т.е. повышается уровень интеллекта. Указанные факты позволяют предположить, что если попытаться описать естественный язык, его закономерности на языке представления знаний, то можно научиться создавать новые, семантические языки представления знаний. Именно поэтому в тексте данного учебного пособия некоторые теоретические выкладки представлены на семантическом графовом языке представления знания [27] (*Семан_М-2004уч-Голенков В.В.*).

Для лучшего усвоения учебного материала в пособии даны задания и упражнения для самостоятельной работы. В некоторых случаях эти задания включены в тексты разделов. Это означает, что их рекомендуется выполнить, прежде чем приступить к изучению последующего материала. Большинство же заданий приведено в конце разделов.

Библиотека БГУИР

Цели и задачи дисциплины «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс», ее место в учебном процессе

Целью дисциплины «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс» (*УчДисц19-ЕЯ*) является формирование представлений о способах организации диалога человек – компьютер и, в частности, естественно-языкового интерфейса в компьютерных системах. Знания, полученные при изучении данной дисциплины, важны при реализации интерфейсных компонентов интеллектуальных систем. Проблема разработки естественно-языкового интерфейса в настоящее время является одной из актуальных для прикладных систем различного назначения, так как взаимодействие с пользователем компьютерной системы на естественном языке является наиболее предпочтительным. Задачи, решаемые при проектировании и реализации естественно-языкового интерфейса, являются частью одного из направлений в области искусственного интеллекта, именуемого «интеллектуальный интерфейс». Многие методологические вопросы, связанные с разработкой естественно-языковых интерфейсов, изучаются в рамках компьютерной лингвистики, психолингвистики, когнитивной психологии, в области создания диалоговых систем. В связи с этим многие вопросы разработки естественно-языкового интерфейса носят междисциплинарный характер.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении следующих общепрофессиональных и специальных дисциплин:

- Высшая математика (*УчДисцОбщ-ВМ*).
- Основы алгоритмизации и программирования в традиционных и интеллектуальных компьютерах (*УчДисц3-ОАиП*).
- Введение в специальность «Искусственный интеллект» (*УчДисц1-Введ*).
- Математические основы искусственного интеллекта (*УчДисц2-МОИИ*).
- Конструирование программ и языки программирования в традиционных и интеллектуальных компьютерах (*УчДисц4-КПиЯП*).
- Организация и функционирование традиционных и интеллектуальных компьютеров (*УчДисц5-ОргФункц*).
- Модели представления знаний, базы данных и системы управления базами данных (*УчДисц8-МПЗ*).
- Логические основы интеллектуальных систем (*УчДисц11-ЛОИС*).
- Неклассические, прикладные логики и правдоподобные рассуждения (*УчДисц13-НеклЛог*).
- Теоретические основы восприятия информации, обучения и распознавания в интеллектуальных системах (*УчДисц17-Воспр*).
- Графический интерфейс интеллектуальных систем и когнитивная графика (*УчДисц18-ГрафИнтерф*).
- Нейросетевые модели и нейрокомпьютеры (*УчДисц14-Нейро*).

Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс», являются базовыми для цикла следующих специальных дисциплин:

- Речевой интерфейс (*УчДисц20-РИ*);
- Технология и инструментальные средства проектирования интеллектуальных систем (*УчДисц23-ТехноИС*);
- Интеллектуализация информационно-поисковых систем, пакетов прикладных программ и CASE-технологий (*УчДисц9-ИПС-ППП-CASE*);
- Прикладные интеллектуальные системы и системы принятия решений (*УчДисц24-ПриклИС*).

В соответствии с Образовательным стандартом РД РБ 02100.5.114–98 по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект» программа дисциплины «Компьютерная лингвистика

и естественно-языковой интерфейс» рассчитана на объем 60 учебных часов. Примерное распределение учебных часов по видам занятий:

- лекций – 30 часов;
- лабораторных работ – 30 часов.

Указанную дисциплину рекомендуется преподавать студентам 4-го года обучения. При этом в рабочем учебном плане допускается объединение дисциплины «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс» (*УчДисц19-ЕЯ*) с учебной дисциплиной «Речевой интерфейс» (*УчДисц20-РИ*) в составе интегрированной дисциплины «Компьютерная лингвистика, естественно-языковой и речевой интерфейс».

В результате освоения дисциплины «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс» студент должен (*Сборн_Т_П_ИИ-2004сб*):

знать:

- основные принципы организации диалога человек – компьютер;
- преимущества и основные характеристики естественно-языкового интерфейса;
- основные понятия компьютерной лингвистики;
- этапы анализа и синтеза текстов естественного языка;

уметь характеризовать:

- цели и задачи разработки естественно-языкового интерфейса в интеллектуальных системах;
- естественный язык как систему;

уметь анализировать:

- способы описания формальных моделей естественного языка и методики их применения для построения естественно-языкового интерфейса;
- лингвистические модели, применяемые для реализации естественно-языкового интерфейса;

приобрести навыки:

- анализа и синтеза текстов естественного языка;
- построения естественно-языкового интерфейса в интеллектуальных системах;
- использования лингвистических моделей для построения систем естественно-языкового общения.

Для более полного усвоения предложенного в данном пособии теоретического материала читателю предлагается ответить на вопросы на закрепление и выполнить ряд заданий.

Введение

В настоящее время компьютеры и вычислительная техника используются практически во всех сферах деятельности человека. Каждый современный человек обязан знать, что такое компьютер и как с ним работать. Большое развитие получают также разного рода технические системы, которые представляют собой симбиоз компьютера и некоторого технического устройства, которое, например, используется в быту (телевизоры, холодильники, детские игрушки), в банковской сфере (пластиковые карточки, банкоматы), в сфере коммуникаций (мобильные телефоны) и т.п. Перед разработчиками таких систем сейчас очень остро стоит задача обеспечения максимально удобного, а главное естественного, взаимодействия человека (**пользователя**) с указанными системами. Очевидно, что одной из самых естественных форм взаимодействия для человека является **естественный язык**. Поэтому и в указанных системах все чаще начинают появляться **средства естественно-языкового взаимодействия с пользователем**.

В области информационных технологий средства взаимодействия пользователя с технической системой принято называть **интерфейсом**. Интерфейсы бывают разные и реализуются различными средствами и методами. Например, всем пользователям компьютеров известен графический интерфейс, который основан на использовании компьютерной графики, для того чтобы наглядно отображать пользователю необходимую информацию. Кроме того, в рамках **графического интерфейса** отображаются и интерпретируются средства управления компьютерной системой в виде, подобном тому, как мы управляем любым бытовым или техническим прибором, в котором есть кнопки, рычаги и т.п. Конечно, графический интерфейс не ограничивается только этим, но это является предметом рассмотрения в других пособиях (см. учебную дисциплину 3.9. «Графический интерфейс интеллектуальных систем и когнитивная графика» (*УчДисц18-ГрафИнтерф*)). Главное, что необходимо отметить, заключается в том, что одной из важнейших задач разработки современных технических систем является обеспечение **дружественного интерфейса** с пользователем. Иначе говоря, современные компьютерные приложения все в большей и большей степени становятся ориентированными на пользователя.

В области искусственного интеллекта **интеллектуальной системой** называют систему или совокупность технических средств, которые способны осуществлять (или моделировать) интеллектуальную и творческую деятельность, подобно тому, как это делает человек. К такой деятельности относят не только возможность осуществлять разного рода вычислительные операции, но и способность делать логические выводы; находить новую, недостающую в текущий момент времени информацию, т.е. обучаться; способность вести **диалог**, т.е. уметь формулировать и задавать вопросы и интерпретировать (понимать) получаемые ответы на естественном языке; и т.п. Вопросы разработки интеллектуальных систем более подробно рассматриваются в рамках учебных дисциплин 3.15. «Технология и инструментальные средства проектирования интеллектуальных систем» (*УчДисц23-ТехноИС*) и 3.18. «Прикладные интеллектуальные системы и системы принятия решений» (*УчДисц24-ПриклИС*). Кроме того, отдельные вопросы более детально рассматриваются в рамках других учебных дисциплин специальности «Искусственный интеллект» (см. предисловие).

В сфере искусственного интеллекта интерфейс интеллектуальной системы часто называют **интеллектуальным интерфейсом**. Так же, как и название интеллектуальной системы, это название подчеркивает, что такой интерфейс должен обладать такими возможностями, которые могут обеспечивать общение человека с искусственной системой на уровне комфортного, привычного человеку диалога. В идеале диалог должен быть таким, чтобы человек не почувствовал никакой разницы между общением с технической системой и общением с другим человеком. В настоящее время работы в области создания интеллектуальных интерфейсов продвигаются все более интенсивно даже для систем, не являющихся интеллектуальными в своей основе. Каждый новый шаг в данном направлении расширяет возможности общения человека и технической системы. Часть шагов уже

пройдена, а часть еще предстоит сделать в будущем. Многие проблемы реализации интеллектуального интерфейса носят междисциплинарный характер, т.е. требуют усилий специалистов различных научных направлений как в сфере технических наук, так и гуманитарных. Для более эффективного взаимодействия специалистов различных направлений желательно, чтобы они имели хотя бы общее представление о сферах деятельности своих коллег. Именно поэтому специалистам в области вычислительной техники необходимо изучить основы лингвистики, которые изложены в данной работе.

Рассмотрим кратко основные положения **компьютерной лингвистики**.

Компьютерная лингвистика (КЛ) – направление, которое родилось на базе **вычислительной техники** и **лингвистики**:

Вычислительная техника + лингвистика = компьютерная лингвистика

Ранее компьютерная лингвистика имела другие названия: сначала она называлась математической лингвистикой, потом структурной лингвистикой и вычислительной лингвистикой [25] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*). На рис. В.1 этот факт показан в виде семантической сети на семантическом графовом языке представления знаний SC (Semantic Code) [27] (*Семан_М-2004уч-Голенков В.В.*).

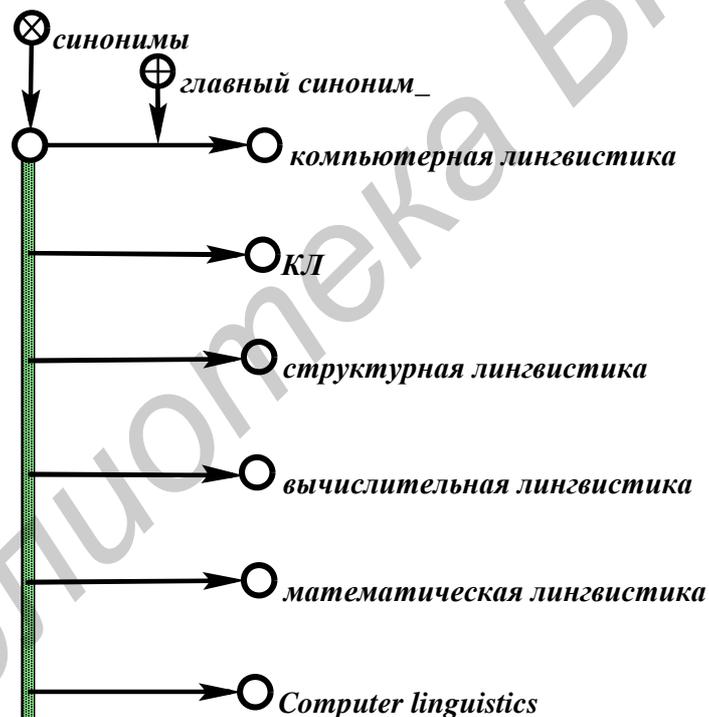


Рис. В.1. Синонимы понятия «компьютерная лингвистика»

Очень близко компьютерной лингвистике направление, называемое **прикладной лингвистикой**. Это направление в языкознании, изучающее методы решения практических задач, связанных с оптимизацией использования языка (преподавание, перевод, терминологическая деятельность и т.п.) [<http://fixed.ru/>]. Часто прикладная лингвистика рассматривается как синоним понятия компьютерной лингвистики. Однако в отличие от компьютерной лингвистики прикладная лингвистика имеет большее отношение к собственно лингвистике («классической»), а также психологии и физиологии. Как научная дисциплина прикладная лингвистика существует со 2-й половины XX в. Основные направления прикладной лингвистики следующие [<http://fixed.ru/>]:

- фиксация и хранение речевой информации – создание алфавитов и письменностей, орфография, практическая транскрипция и транслитерация (главным образом применительно к географическим названиям и собственным именам), создание информационных языков;
- передача речевой информации – теория перевода (главным образом научно-технического), создание систем автоматического перевода;
- автоматическое распознавание и синтез речи, теория обучения неродному языку, сурдопедагогика (обучение языку глухонемых) и тифло-сурдопедагогика (обучение языку слепоглухонемых), теория разборчивости речи (для оптимизации передачи речи по каналам связи);
- автоматизация интеллектуальной деятельности, связанной с использованием языка, – создание систем искусственного интеллекта, информационно-поисковых систем, систем автоматического аннотирования и реферирования информации;
- использование языка в медицине – нейролингвистика (патологии речи, афазии как средства диагностики поражения мозга) и др.;
- использование языка как средства массовой коммуникации – языковое планирование (в странах с многоязычным населением), языковое строительство, нормализация языка (нормативные грамматики и словари, орфоэпия, унификация терминологии; ктематонимика – исследование товарных знаков);
- создание международных искусственных языков, полевая лингвистика (описание неизученных языков), изучение влияния языка на поведение человека (контентный анализ, лингвистическая теория рекламы, пропаганды и др.).

За рубежом под прикладной лингвистикой часто понимают совершенствование методов преподавания языка (дидактическая лингвистика). В странах СНГ (в частности, в России и Беларуси) прикладную лингвистику часто используют в качестве синонима компьютерной лингвистики. В этом аспекте компьютерная лингвистика (машинная лингвистика) понимается как дисциплина, которая разрабатывает лингвистические аспекты компьютеризации.

В рамках прикладной лингвистики выделяется направление **контрастивная лингвистика** (сопоставительная лингвистика), которая занимается сопоставительным изучением двух, реже нескольких языков для выявления их сходств и различий на всех уровнях языковой структуры с целью типологической классификации языков. Контрастивная лингвистика появилась и интенсивно развивалась в 50-е гг. XX в., когда были изложены теоретические основы сравнения родного и иностранного языков. В 70-х гг. XX в. в США контрастивные исследования использовали порождающую модель Хомского [36] (*Люгер Дж. Ф. 2003 кн-Искус_И*) с возведением явлений двух сопоставляемых языков к общей глубинной структуре; в настоящее время наблюдается отход от этой методики в пользу структурно-функционального подхода.

Появление компьютерной лингвистики было обусловлено несколькими основными причинами [25] (*Поспелов Д. А. ред. 1994 слов-Инфор*):

1. **Автоматизация трудоемких процессов в исследовании естественных языков.** Компьютеры являются мощным средством для автоматизации работы с большими объемами информации, какими являются тексты естественного языка. Благодаря компьютерам появилась возможность автоматизировать многие трудоемкие процессы, например, статистическую обработку текстов, ведение разнообразных словарных и лексических картотек и др.
2. **Формализация лингвистики.** Исследователи-лингвисты понимают, что точные науки (математика, логика, информатика) могут помочь лингвистике обрести недостающую ей точность.
3. **Решение проблемы общения неподготовленных пользователей с компьютером.** С появлением компьютеров почти сразу же возникла проблема общения с ними неподготовленных пользователей. Очевидно, что наилучшей формой взаимодействия для таких пользователей является привычный естественный язык. Но для организации такого взаимодействия надо прежде понять законы и особенности использования

естественного языка в процессе общения людей между собой, а традиционная лингвистика изучением этих законов практически не занималась.

В начале 70-х гг. XX в. стали выходить специальные сборники и журналы по компьютерной лингвистике, создавались соответствующие секции на лингвистических конференциях и конференциях по искусственному интеллекту, стали созываться всемирные форумы, посвященные исключительно проблемам этой науки. В большинстве развитых стран начался процесс подготовки специалистов в области компьютерной лингвистики на базе филологических факультетов. В прил. приведен список сайтов в сети Интернет, посвященных различным вопросам компьютерной лингвистики и естественно-языковых интерфейсов.

Так как разработка естественно-языковых интерфейсов носит междисциплинарный характер, необходимо перечислить другие научные и информационные направления, знания из которых могут быть полезными при разработке таких интерфейсов:

- **психолингвистика** – наука, возникшая на стыке психологии и лингвистики и изучающая вопросы, связанные с психологией освоения человеком естественного языка;
- **когнитивная психология** – наука, изучающая познавательные способности человека, особенности организации его памяти, процессов восприятия, запоминания, хранения и обработки информации [1] (*Андерсон Дж. 2002 кн-Когни_П*). Очень многие результаты когнитивной психологии берутся за основу разработок в области искусственного интеллекта. Существует также современное научно-техническое направление под названием **cognitive science** (когнитивная наука), которое очень активно развивается за рубежом;
- **нейролингвистическое программирование** – «околопсихологическое» направление, возникшее в конце XX в. в США и активно используемое в настоящее время для развития различных (в том числе коммуникативных) способностей человека, а также для повышения уровня воздействия людей друг на друга. Результаты этого направления могут оказаться полезными в процессе реализации естественно-языковых диалоговых систем [22] (*Толкачев С. Ф. 2006 кн-Нейро_П_Д_С*);
- **эргономика** – научно-прикладная дисциплина, занимающаяся изучением и созданием эффективных систем, управляемых человеком;
- направление, посвященное разработке так называемых **эргатических** (человеко-машинных) **систем**, – сложных систем управления, составной элемент которой – человек-оператор (или группа операторов). Примерами эргатических систем являются системы управления самолетом, диспетчерская служба вокзала, аэропорта и т.п.;
- **usability** – научно-техническое направление, посвященное разработке «удобных» для пользователя интерфейсов, особенно в веб-пространстве;
- **робототехника** и др.

Очевидна также непосредственная связь компьютерной лингвистики со следующими научными направлениями:

- **лингвистика** – наука о языке (естественном);
- **филология**;
- **языкознание**, труды по языкознанию [29] (*Соссюр Ф. 1977 кн-Труды_по_Я*).

Упражнение: найдите в сети Интернет определения указанных понятий, используя список сайтов в прил., а также поисковые сервисы Интернет.

За время своего существования компьютерная лингвистика развивалась и изменялась. Постепенно в ней начали выделяться различные направления исследований. В самом общем виде основные 5 направлений компьютерной лингвистики описаны в [25] (*Поспелов Д. А. ред. 1994 слов-Инфор*). Рассмотрим их кратко.

Анализ текстов на естественном языке. В рамках данного направления изучается, как устроены текст и предложения, из которых он состоит. Группа американских лингвистов выдвинула идею автоматизировать процесс перевода текстов с одного языка на другой, используя для этого ЭВМ. Эта идея получила название джорджтаунский проект и

заинтересовала лингвистов многих стран, активизировав работы в области анализа текстов. В ходе этих работ надо было ответить прежде всего на вопрос: «Существуют ли строгие формальные правила, по которым строится структура предложения и структура текста?». В результате оказалось, что за каждым текстом скрывается несколько формальных структур, которые делятся на уровни (которые более подробно будут рассмотрены в разд. 2).

Направление анализа текстов на естественном языке появилось в связи с желанием решить проблему машинного перевода. **Машинный перевод** – это автоматический перевод текстов с одного языка на другой (например, пословный перевод научно-технической информации, патентов, документов, инструкций, программ ЭВМ с алгоритмического на машинный язык), а также научное направление, охватывающее круг проблем, которые возникают при автоматизации перевода. Система машинного перевода обычно содержит лингвистические описания входного и выходного языков, т.е. языков исходного текста и текста, полученного в результате перевода, и алгоритм, на основе которого выполняется данный перевод [25] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*).

В 50-х гг. XX в. проблема машинного перевода переросла в отдельную научно-техническую проблему и фактически обрела черты отдельного научного направления с одноименным названием. Это направление возникло на стыке таких наук, как математика, кибернетика, лингвистика и программирование. Тем не менее основу машинного перевода как научного направления составляют результаты, полученные в области компьютерной лингвистики.

Синтез текстов на естественном языке. Задача синтеза может рассматриваться как обратная по отношению к анализу [25] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*). До настоящего времени здесь все еще остается много нерешенных проблем. Например, неизвестно, как генерировать структуру текста из тех целей, которые стимулируют создание текста. Непонятно, как структуру текста разбить на структуры входящих в его состав предложений. Это связано с тем, что каждый человек делает это по-своему, одну и ту же мысль можно сформулировать множеством различных способов, используя различные структуры предложений. Частично эти проблемы решаются путем генерации перифраз предложений [2] (*Апресян Ю.Д. 1995 сб1-Лекси_С*) (основные правила перифразирования будут рассмотрены в разд. 2).

Одним из первых примеров естественно-языковых систем, способных синтезировать тексты, является автоматическая система создания текстов волшебных сказок, созданная в Московском энергетическом институте в 70-х гг. XX в. и называемая TALE [25] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*). Процесс генерации текстов сказок в данной системе условно разбивается на два основных этапа:

1. Формирование текстов примерно такого вида: «*Жил-был X. Не было у X желаемого Y. Стал просить X Бога. Бог обещал. Появился Y. Вырос Y. Ушел раз X и не велел Y делать Z. Но Y сделал Z. Вернулся X. Y нет. Понял X, что Y сделал Z. Пошел X искать Y. ...*». При этом в памяти рассматриваемой системы хранились данные для заполнения так называемых актантов, а одинаковые переменные показывают, что на эти места всюду надо поставить одни и те же заполнители.
2. В результате замещения переменных получается окончательный текст сказки, например: «*Жил-был царь. Не было у царя желаемого наследника. Стал просить царь Бога. Бог обещал. Появился наследник. Вырос наследник. ...*».

В качестве другого примера системы автоматического синтеза можно привести систему, умеющую слагать стихи. Примеров таких систем уже немало, хотя с сочинением стихов дело обстоит несколько сложнее. Программа автоматического стихосложения должна «уметь» учитывать характер рифмы, количество слогов в соответствующих строках стихотворения, метрическую форму стихотворения, а также проводить грамматический анализ. Однако содержание стихотворения зачастую в значительной степени оказывается произвольным и зависит от содержания исходного словаря. Для генерации более содержательных и «осмысленных» стихотворений необходим учет семантики. Ниже приведен пример машинного стихотворения [25] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*):

*Добрый реет шелест
Плачет пустота
Слушают качели
И поет беда
Стань покорно горе
Томно лишь летит
И прозрачно море
Тайно шелестит
И бежит земная
Незаметно тень
Медленно лесная
Славит влажный день.*

В настоящее время автоматический синтез текстов на естественном языке необходим также при создании:

- интеллектуальных систем, способных объяснять пользователю ход решения той или иной задачи;
- систем поддержки принятия решений, способных помогать пользователю принимать то или иное решение на основе выработанных альтернатив;
- информационно-справочных систем различного назначения, способных подсказать пользователю наиболее оптимальный путь поиска и/или заказа той или иной информации (например в системах заказа билетов);
- различных диалоговых систем (см. разд. 1).

Понимание текстов. С этой проблемой тесно связаны задачи, решаемые в рамках психологии, философии и семиотики (см. раздел 1). Решение проблемы понимания текстов требуется при создании так называемых **диалоговых систем**.

Ниже приведен один из примеров диалога человека с компьютерной системой, которая была разработана в начале 70-х гг. XX в. В качестве интеллектуального интерфейса использовалась программа под названием «Элиза» [25] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*).

Собеседник: *Сегодня прекрасная погода, не правда ли?*

«Элиза»: *Вы любите прекрасную погоду?*

С.: *Конечно. Кто же ее не любит?*

«Э.»: *Да. Прекрасная погода – это хорошо.*

С.: *Интересно, какие виды в этом году на урожай?*

«Э.»: *Вас это интересует?*

С.: *Ну, более-менее. А вас?*

«Э.»: *Более-менее.*

С.: *Но все-таки, хотелось бы, чтобы урожай был хорошим.*

«Э.»: *Я вполне согласна с вами.*

Внешне диалог напоминает светскую беседу двух не слишком знакомых людей. Это скорее игра в общение, чем общение по существу. Но и такая игра занимает в жизни людей немалое место. «Элиза» в подобных разговорах оказывается вполне «на уровне». Многие даже считают, что их просто разыгрывают и с ними общается не программа, реализованная на компьютере, а живой собеседник. Подобные примеры диалоговых систем сейчас можно найти в сети Интернет в составе так называемых **языковых чатов**, где «работают» интеллектуальные роботы (боты).

Следует, однако, отметить, что уровень общения, который демонстрируют «Элиза» и другие подобные ей программы, по сути, самый низкий из всех возможных. Это уровень так

называемого фактического диалога. В таком диалоге партнеры (или один из них) практически не слушают друг друга (не решают проблему понимания). Это лишь видимость беседы, а для поддержания ее используются стандартные «домашние заготовки».

Оживление текста. Одной из особенностей мышления человека является его разноmodalность: можно «мыслить словами», а можно представлять себе какие-то зрительные картинки. Есть люди, для которых многие воспоминания состоят из запахов или вкусовых впечатлений. Все наши органы чувств дают свою modalность в мышлении. Но две modalности: символическая (текстовая) и зрительная – являются для человека основными [25] (*Поспелов Д. А. ред. 1994 слов-Инфор*).

Между символической и зрительной modalностями имеется тесная связь. Обычно название чего-то или текстовое описание некоторой ситуации вызывает зрительные представления об этих объектах и ситуациях. И наоборот, стоит нам увидеть нечто, как мы тут же готовы описать увиденное с помощью нашего родного языка. Так текст и сопутствующая ему зрительная картина оказываются объединенными в нашем сознании и интегрированными в некоторое единство. Текст как бы «живет» в виде некоторого образного представления.

На основе этих рассуждений были созданы первые экспериментальные модели этого процесса и первые интеллектуальные системы, способные описывать в виде текста представляемую им картинку (например пейзаж), а также воссоздавать одну из возможных картин, соответствующих введенному в систему тексту. В качестве прикладных систем, основанных на принципах оживления текста, можно привести системы, позволяющие из текстового описания некоторой модели получить эту модель. Например, на основе текстового описания архитектурного строения можно получить готовые чертежи и даже макеты зданий. В [36] (*Люгер Дж. Ф. 2003 кн-Искус_II*) приведен пример естественно-языковой системы SHRDLU, которая могла работать с блоками различной формы и цвета и могла отвечать на вопросы типа «Есть ли здесь красный блок? Что находится на красном блоке?» или выполнять запросы вида «поместите зеленую пирамиду на красный брусок».

Модели коммуникации. Это направление посвящено исследованию процессов, сопутствующих организации и ведению диалога [25] (*Поспелов Д. А. ред. 1994 слов-Инфор*):

- способ построения сценария диалога на основе его целей;
- поддержка выбранного сценария с учетом интересов партнера и его возможного противодействия тому сценарию, который используется;
- нахождение средств маскировки истинных намерений говорящего;
- организация пассивной поддержки коммуникационного процесса и др.

Пять перечисленных выше направлений компьютерной лингвистики не исчерпывают всего содержания этой науки. Для лучшего понимания конкретных задач, стоящих перед специалистами в области компьютерной лингвистики, ниже приводится фрагмент тезауруса (иерархической структуры) исследовательского пространства компьютерной лингвистики (КЛ) [37] (*Городецкий Б. Ю. 1990 ст-Основ_Н_К_Л*):

- ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКИ:
 - Методологические проблемы когнитивно-коммуникативной теории языка.
 - Моделирование языковой системы.
 - Моделирование языковой коммуникативной деятельности.
 - Моделирование структуры текстов на естественном языке (ЕЯ).
- ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, НОСЯЩИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР:
 - Лингвистические процессоры:
 - Семантические метаязыки.
 - Алгоритмы анализа, синтеза текста, а также перевода.
 - Организация диалога между человеком и системой.
 - Соотнесение текстов и зрительных сцен и др.
 - Лингвистические факторы в других компонентах искусственного интеллекта:

- Лингвистические методы выявления знаний эксперта.
- Лингвистические проблемы формирования баз данных и знаний.
- Лингвистические аспекты: создания решателя задач; приобретения знаний; подсистемы объяснений.
- ПРИКЛАДНЫЕ СИСТЕМЫ:
 - Системы обработки письменного текста на ЕЯ:
 - Автоматическое аннотирование, индексирование, реферирование.
 - Анализ запросов пользователя на ЕЯ.
 - Контент-анализ текстов массовой коммуникации (политических документов, психоаналитических протоколов и т.п.).
 - Каузальный анализ дипломатических и исторических документов.
 - Системы диалога пользователя с компьютером на ЕЯ:
 - Естественно-языковой интерфейс для общения с базами данных (БД).
 - Системы диалога в процессе решения задач.
 - Обучающие диалоговые системы.
 - Системы машинного (автоматического) перевода.
 - Системы наполнения БД и базы знаний (БЗ) на основе естественно-языковых источников.
 - Системы вывода знаний на основе «логики» ЕЯ.
 - Системы автоматизированного построения текстов на ЕЯ.
 - Интеллектуальные машинные словари.
 - Системы речевого общения.
 - Системы машинных фондов ЕЯ и автоматизации лингвистических исследований (АРМ лингвиста).

Упражнение: сравните перечисленные направления компьютерной лингвистики с направлениями, которые выделяют в прикладной лингвистике [<http://fixed.ru/>]:

- создание и совершенствование алфавитов и письменности: (1) появление письменности, (2) книгопечатание, (3) компьютеризация;
- создание систем транскрипции устной речи, систем транслитерации иноязычных слов;
- составление словарей (лексикография) (первые словари – глоссарии – комментарии к церковным текстам) составление автоматических словарей, тезаурусов;
- унификация и стандартизация научно-технической терминологии;
- изучение процессов и создание правил образования новых названий изделий, товаров и т.п.;
- устный и письменный перевод, разработка систем машинного перевода, АРМов;
- обучение родному и иностранным языкам, разработка соответствующих методик (обучение детей и взрослых, обучение эмигрантов);
- создание и совершенствование искусственных языков для записи информации;
- автоматическое распознавание и синтез речи;
- автоматические методы переработки текстовой информации;
- создание автоматизированных систем информационного поиска;
- составление автоматических словарей и систем машинного перевода;
- разработка методов автоматического аннотирования, реферирования и перевода;
- разработка экспертных систем;
- лингвистическое обеспечение АСУ;
- проблемы языка и пола (politically correct non-sexist language);
- создание систем стенографии, систем письма для слепых;
- лечение речевых расстройств;
- анализ дискурса.

Как следует из рассмотрения основных положений компьютерной лингвистики, реализация естественно-языкового интерфейса требует использования знаний из различных предметных областей. Собственно, реализация естественно-языкового интерфейса компьютерной системы есть не что иное, как моделирование процесса человеческого общения, которое в большинстве случаев представляет собой диалог двух собеседников (рис. В.2). В этом случае следует говорить даже не о естественно-языковом, а об

интеллектуальном интерфейсе. Для получения наиболее адекватной модели общения в рамках компьютерной системы необходимо тщательное рассмотрение всех аспектов процесса общения людей (см. разд. 1).

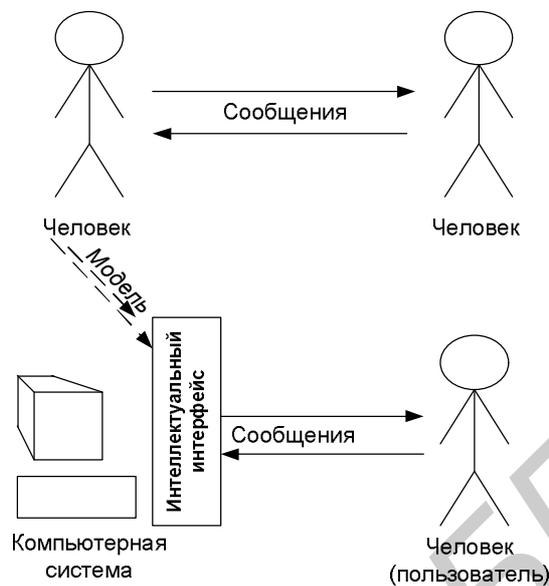
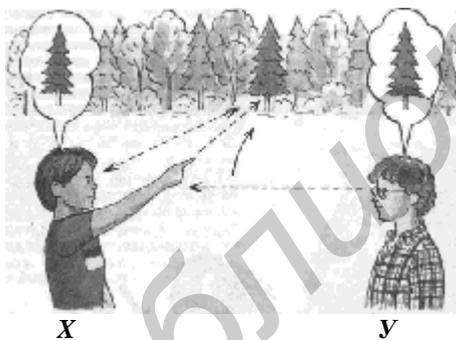


Рис. В.2. Моделирование общения в компьютерной системе

Рассмотрим пример общения двух собеседников, опубликованный в работе [25] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*). При рассмотрении данного примера акцентируем внимание на тех человеческих способностях, знаниях и умениях, которые мы применяем в диалоге друг с другом.



Посмотрите на Рис.. На нем изображены два беседующих друг с другом персонажа – *X* и *Y*. Между ними происходит следующий диалог:

X: Смотри, какая красивая елка.

Y: Где?

X: А вон там.

Y: Действительно. Очень красивая.

Проанализируем этот диалог. В первой фразе *X* содержится приглашение посмотреть на некоторый предмет, находящийся в пределах видимости *X* и называемый «елка». Получив это сообщение, *Y* должен по названию «елка» найти в своей памяти информацию об этом предмете. Если *Y* уроженец тропиков и никогда не видел елок даже на картинках, то он заинтересуется у *X*: «А что такое елка?». В данном диалоге этого не происходит, предполагается, что *Y* знаком с елками. Обнаружив в своей памяти сведения о внешнем виде елок, *Y* оглядывается вокруг и, как следует из его реплики, елки не видит. Отсюда и вопрос: «Где?», обращенный к *X*. Но более вероятно, что *Y* видит несколько объектов, которые могут быть елками. И тогда вопрос: «Где?» – это вопрос об уточнении места нахождения той елки, о которой говорил *X*. Для уточнения своего высказывания *X* показывает *Y* рукой на нужную елку и одновременно, как бы подтверждая свой жест, произносит: «А вон там». В принципе *X* мог бы этого и не говорить, достаточно просто показать рукой на елку, так как *Y* видит направление жеста. Но молчаливый жест воспринимается хуже, чем жест, подкрепленный, казалось бы, ничего не значащими словами

(см. направление психолингвистики – невербальные компоненты коммуникации). На самом деле эти слова делают диалог непрерывным и как бы приглашают собеседника *X* посмотреть в направлении движения его руки. Теперь оба персонажа видят одну и ту же елку и приходят к единому мнению о ее красоте. Конечно, мнение *У* о елке может оказаться иным, чем у *X*, но в данном примере этот случай не рассматривается.

Добавим, что разговор *X* и *У* может идти на общем для них языке. Но возможно, что для одного из собеседников (или для обоих, если они, например, тренируются в овладении иностранным языком) язык общения может оказаться неродным. Тогда в диалог незримо включается еще этап перевода с чужого языка на собственный.

Перечислим знания, умения и способности, которые применяются собеседниками в данном диалоге:

- умение вести диалог с собеседником на естественном языке, т.е. понимание своего места и места собеседника в диалоге, учет основных этапов диалога, включающих приглашение к диалогу, его реализацию и завершение;
- знание общего для обоих собеседников языка;
- умение формировать высказывания на естественном языке;
- умение говорить, т.е. произносить фразы естественного языка;
- способность слышать, т.е. воспринимать звук;
- умение интерпретировать услышанное и выделять смысл, т.е. понимать;
- знание предметной области (оба собеседника знают, что такое елка, и это помогает им найти общий язык);
- способность видеть;
- умение ориентироваться в пространстве и выделять объекты;
- умение сопоставлять увиденные объекты с их естественно-языковыми наименованиями;
- умение интерпретировать и выполнять команды собеседника;
- способность двигаться, в частности, перемещать взгляд от одного объекта к другому;
- способность фокусировать внимание.

Упражнение: продолжите этот список самостоятельно.

Если вести речь о реализации диалога человека и технической системы, то в этом простом примере отражаются все основные проблемы, связанные с процессом такого общения. Ниже перечислены эти проблемы [25] (*Поспелов Д. А. ред. 1994 слов-Инфор*).

1. Для эффективного общения необходим **язык общения**, который понимают оба партнера.
2. Нужны механизмы перевода языковых сообщений на язык внутренних представлений об окружающем мире, т.е. на **язык представления знаний** (см. учебные дисциплины «Математические основы искусственного интеллекта» (*УчДисц2-МОИИ*) и «Модели представления знаний, базы данных и системы управления базами данных» (*УчДисц8-МПЗ*)).
3. Необходимо уметь по тексту на языке представления знаний находить в памяти те сведения, которые соответствуют ситуациям и объектам, упомянутым в тексте. Такая информация называется релевантной тексту (см. учебные дисциплины «Модели представления знаний, базы данных и системы управления базами данных» (*УчДисц8-МПЗ*) и «Логические основы интеллектуальных систем» (*УчДисц11-ЛОИС*)).
4. Надо уметь согласовывать движение глаз с **речевыми** или **текстовыми сообщениями** («Посмотри направо», «Оглянись» и т.п.). Результаты, полученные от зрительной системы, должны служить источником новых текстов (в рассмотренном примере эта система порождает вопрос: «Где?») (см. учебные дисциплины «Теоретические основы восприятия информации, обучения и распознавания в интеллектуальных системах» (*УчДисц17-Воспр*) и «Нейросетевые модели и нейрокомпьютеры» (*УчДисц14-Нейро*)).
5. Должны быть специальные механизмы для построения умозаключений, позволяющие оценивать правильность или неправильность утверждений собеседника. Другими словами, должна существовать возможность с помощью **рассуждений** получать новые

6. знания на основании имеющихся (см. учебные дисциплины «Логические основы интеллектуальных систем» (*УчДисц11-ЛОИС*) и «Неклассические, прикладные логики и правдоподобные рассуждения» (*УчДисц13-НеклЛог*)).
7. Наконец, требуются специальные средства для организации самого диалога между человеком и машиной, обеспечивающие его течение и достижение целей, ради которых общение реализуется (см. учебные дисциплины «Графический интерфейс интеллектуальных систем и когнитивная графика» (*УчДисц18-ГрафИнтерф*), «Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс» (*УчДисц19-ЕЯ*) и «Речевой интерфейс» (*УчДисц20-Речь*)).

Кроме решения этих проблем, для реализации интеллектуального интерфейса требуются специальные технические средства для организации самого диалога между человеком и машиной, обеспечивающие его течение и достижение целей, ради которых общение реализуется.

Помимо перечисленных проблем, имеются и другие проблемы, возникающие при исследовании процесса общения: например, проблема выявления целей и намерений собеседника из его реплик в разговоре, проблема оценки степени правдоподобия того, о чем говорит собеседник, проблема этикета общения. В данном учебном пособии рассмотрим только некоторые вопросы реализации естественно-языкового взаимодействия человека с интеллектуальной системой. К указанным вопросам относятся:

- правила и способы общения;
- структура и особенности реализации диалога с пользователем в интеллектуальной системе;
- строение естественного языка;
- синтез фраз естественного языка;
- анализ естественно-языковых высказываний (морфологический, синтаксический, семантический).

При этом «за кадром» остаются следующие вопросы, которые более подробно рассматриваются в рамках учебной дисциплины «Речевой интерфейс» (*УчДисц20-Речь*):

- структура и особенности речевого интерфейса интеллектуальной системы;
- особенности речевого сигнала;
- основные способы хранения и обработки звука на компьютере;
- синтез речевых высказываний компьютерной системой;
- восприятие компьютерной системой речевых сообщений пользователя (т.е. выделение речевых высказываний из сплошного потока различных звуков);
- распознавание и понимание речи.

Вопросы и задания

1. Сформулируйте свое определение естественно-языкового интерфейса.
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные задачи создания естественно-языкового интерфейса.
3. Представьте в виде схемы основные отличия естественно-языкового интерфейса от традиционного (графического) интерфейса.
4. Сформулируйте определения компьютерной лингвистики и прикладной лингвистики. Сравните оба определения.
5. Перечислите основные направления исследований в области компьютерной лингвистики.
6. Перечислите причины возникновения компьютерной лингвистики.
7. Перечислите отрасли знаний и научные направления, связанные с компьютерной лингвистикой и проблемой разработки естественно-языкового интерфейса.

1. Общение. Диалог. Язык. Концептуальная модель естественно-языкового интерфейса

Как указывалось во введении, для создания естественно-языкового интерфейса необходимо исследовать процесс **общения** людей друг с другом и попытаться смоделировать этот процесс. Полученная модель общения должна стать основой для создания интеллектуального интерфейса, т.е. интерфейса, напоминающего процесс естественного взаимодействия людей.

Основной формой общения людей, а также человека с компьютерной системой является **диалог**. Поэтому можно ограничить исследование процесса общения до уровня диалога, изучив детально все его составляющие. Знаний об особенностях организации диалога будет вполне достаточно для того, чтобы реализовать этот процесс в виде программных решений.

Очевидно, что самым главным и основным средством общения людей является **естественный язык**. Люди, не знающие языка или по каким-то причинам не умеющие использовать естественный язык, испытывают затруднения в общении с себе подобными. Именно поэтому форма общения на естественном языке считается наиболее комфортной и естественной для человека. И поэтому разработчики интеллектуальных интерфейсов стремятся узнать о языке как можно больше, чтобы получить возможность реализовать диалог человека и технической системы на естественном языке.

Следует отметить, что к настоящему времени о процессе общения, диалоге и языке известно достаточно много, существуют вполне удачные реализации естественно-языкового интерфейса. Однако большинство этих реализаций носит ограниченный некоторой предметной областью или даже задачей характер. Это вызвано следующими основными причинами:

- естественный язык является очень объемной, сложной и постоянно развивающейся системой, что в значительной степени усложняет создание полноценной компьютерной модели языка;
- даже того, что уже известно о языке, оказывается недостаточно для «обучения» компьютерной системы этому языку, так как способ представления и хранения информации в памяти традиционного компьютера оказался не приспособленным для обработки больших объемов сложно структурированной информации;
- далеко не все сведения о языке легко «перевести на компьютерный язык», не существует до настоящего времени полноценной строгой формальной модели языка;
- первые попытки реализации естественно-языкового интерфейса показали, что существующих сведений о языке недостаточно, появились новые проблемы и новые задачи для специалистов в области лингвистики;
- развитие современного программного обеспечения привело к появлению определенных стандартов и традиций в реализации интерфейсов программ. Эти интерфейсы в большинстве случаев являются графическими. Поэтому для достижения ожидаемого эффекта комфортности и естественности взаимодействия человека и машины возникает необходимость в решении проблемы уместности и целесообразности естественно-языкового интерфейса.

В данном разделе рассмотрены основные понятия, связанные с процессом общения. На основании этого строится **концептуальная модель естественно-языкового интерфейса**.

1.1. Общение. Идеология построения модели общения

1.1.1. Определение понятия «общение»

Для того чтобы разработать модель некоторого явления, необходимо на первом этапе разобраться в его внутреннем смысле, выделить и определить составляющие, выявить взаимосвязи этих составляющих. Попытаться это сделать можно путем формулировки определения анализируемого явления. Чем более точным будет это определение, тем более адекватную модель удастся построить.

Упражнение: сформулируйте свое определение понятия «общение», прежде чем продолжить читать данный пункт.

Рассмотрим определения понятия «общение», которые даются в различных словарях и справочниках.

Определение 1.1. Общение – взаимные сношения, деловая или дружеская связь (из словаря С. И. Ожегова, см. прил.).

Определение 1.2. Общение – взаимодействие индивидов или социальных групп (Глоссарий.ру: словари по общественным наукам):

- состоящее в непосредственном обмене деятельностью, навыками, умениями, опытом, информацией;
- удовлетворяющее потребности человека в контактах с другими людьми.

Анализ приведенных выше определений позволяет выделить в них ключевые слова: **связь, взаимодействие, индивид, обмен, информация, человек, контакт**. Эти ключевые слова должны помочь понять смысл понятия «общение» и выявить основные составляющие процесса общения. Поэтому представим данную часть информации в виде семантической сети (рис. 1.1) на универсальном графовом языке SC (Semantic Code) [27] (*Семан_М-2004уч-Голенков В.В.*).



Рис. 1.1. Ключевые слова, входящие в состав понятия «общение»

Для более полного понимания рассматриваемого явления следует также изучить понятия, тесно связанные с ним. Очевидно, что с понятием «общение» тесно связаны также такие понятия, как «общество», «общий» (из курса средней школы известно, что это однокоренные слова, а корень слова содержит основной лексический смысл). Рассмотрим аналогичным образом определения и этих понятий. При этом в процессе выделения ключевых понятий будем обращать внимание лишь на те, которые имеют отношение к понятию «общение».

Определение 1.3. Общество (<http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=ozhegov> – словарь С. И. Ожегова, см. прил.) – это:

- 1) совокупность людей, объединенных на определенной ступени исторического развития теми или другими производственными отношениями, определяющими собою все другие общественные отношения;
- 2) круг людей, объединенных общностью положения, происхождения, интересов и т.п.
- 3) добровольное постоянно действующее объединение людей для какой-нибудь цели;
- 4) та или иная среда людей, компания;
- 5) узкий круг людей буржуазно-дворянской среды;
- 6) совместное пребывание с кем-нибудь.

В результате данного рассмотрения удалось выявить следующие ключевые понятия: **люди, отношения, общность, цель, объединение, совместный** (рис. 1.2). Здесь слово «общность» является избыточным, так как является однокоренным и ничего нового не привносит в анализ смысла.

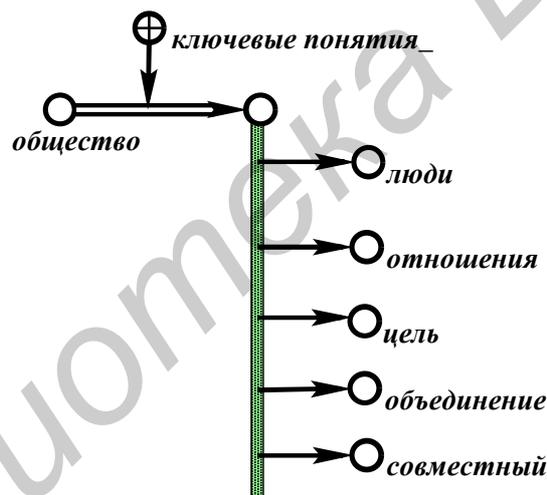


Рис. 1.2. Ключевые слова, входящие в состав понятия «общество»

Определение 1.4. Общий (<http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=ozhegov> – словарь С.И. Ожегова, см. прил.) – означает:

- 1) принадлежащий, свойственный всем, касающийся всех;
- 2) производимый, используемый совместно, коллективный;
- 3) свойственный кому-нибудь одновременно с кем-нибудь другим, взаимный;
- 4) целый, весь;
- 5) касающийся основ чего-нибудь;
- 6) содержащий только самое существенное, без подробностей.

В результате данного рассмотрения удалось выявить следующие ключевые понятия: **все, совместно, коллективный, кто-нибудь, одновременно, взаимный** (рис. 1.3).

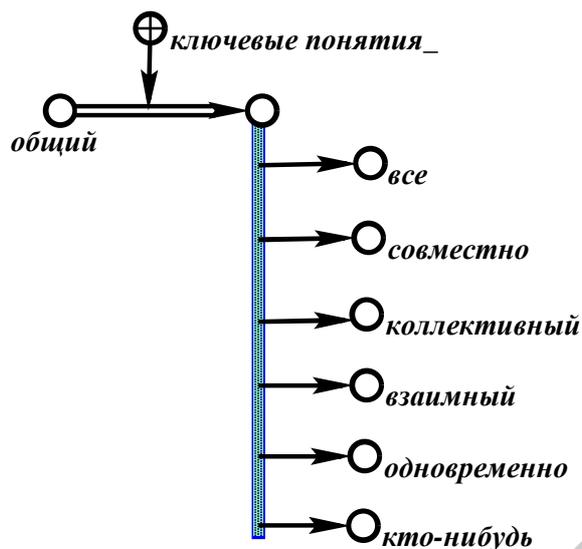


Рис. 1.3. Ключевые слова, входящие в состав понятия «общий»

В естественном языке имеется также слово «**коммуникация**», которое очень близко слову «общество» и фактически является его синонимом. Рассмотрим определения понятия «**коммуникация**».

Определение 1.5. Коммуникация (Общение) – от лат. communico – делаю общим.

Определение 1.6. Коммуникация – в широком смысле – обмен информацией между индивидами посредством общей системы символов. Коммуникация может осуществляться вербальными и невербальными средствами. Различают механистический и деятельностный подходы к коммуникации.

Определение 1.7. Коммуникация – в механистическом подходе – однаправленный процесс кодирования и передачи информации от источника и приема информации получателем сообщения.

Определение 1.8. Коммуникация – в деятельностном подходе – совместная деятельность участников коммуникации (коммуникантов), в ходе которой вырабатывается общий (до определенного предела) взгляд на вещи и действия с ними.

На рис. 1.4 с использованием языка SC перечислены выделенные в указанных определениях ключевые слова.



Рис. 1.4. Ключевые слова, входящие в состав понятия «коммуникация»

Упражнение: рассмотрите внимательно рис. 1.1 – 1.4 и мысленно их объедините. Найдите в них сходства и различия. Проанализируйте списки выделенных ключевых слов и найдите те, которые в рассматриваемом контексте можно считать синонимами (близкими по смыслу; более подробно о явлении синонимии см. подразд. 1.3). Попробуйте выделить главные ключевые понятия, перечень которых может помочь в формулировке более строго и полного определения понятия «общение». Сформулируйте это определение с использованием выделенных вами главных ключевых слов.

Наиболее приближенное к формальному определению понятия «общение» приведено Э. В. Поповым в книге «Общение с ЭВМ на естественном языке» [24] (*Попов Э. В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ*). Данное определение сформулировано ниже.

Определение 1.9. Общение – это двусторонний процесс передачи с определенными целями и в определенной манере связанных сведений, выраженных в языке, о некотором реальном или гипотетическом мире от одного участника (автора) другому (адресату) при условии понятности этих сведений для автора и адресата [24] (*Попов Э. В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ*).

На рис. 1.5 перечислены выделенные в указанном определении ключевые слова.

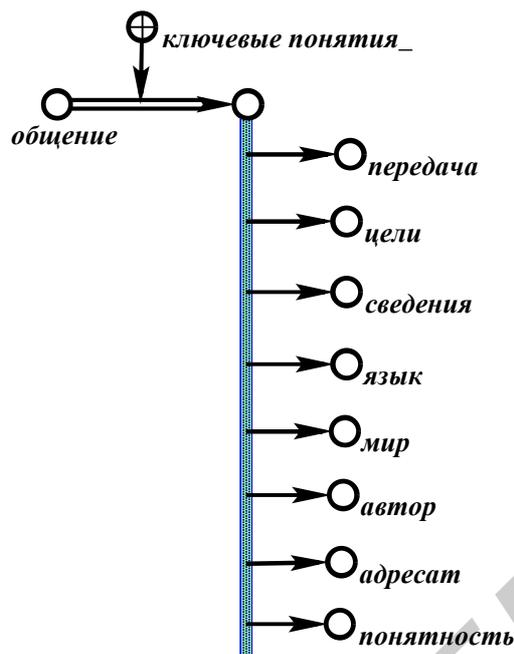


Рис. 1.5. Ключевые слова, входящие в состав определения понятия «общество», сформулированного Э. В. Поповым

Определение 1.9 возьмем за основу построения модели общения, но перед тем как строить модель общения, рассмотрим свойства этого явления, некоторые закономерности, которые необходимо будет учесть при разработке различных компонентов модели общения.

1.1.2. Прямое и косвенное общение

Общение предполагает обмен взаимосвязанными предложениями, а не состоит из независимых пар предложений [24] (Попов Э.В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ). Отдельное предложение не позволяет выразить достаточно сложную ситуацию, так как язык (а возможно, и человеческий способ мышления) накладывает довольно жесткие ограничения на размеры предложения. Связность текста достигается различными средствами: как лингвистическими, так и экстралингвистическими (т.е. с помощью всевозможных связей, существующих в окружающем мире). В процессе общения для достижения понимания участники (коммуниканты) попеременно выполняют роли **автора** и **адресата**, т.е. инициатива последовательно переходит от одного участника к другому (рис. 1.6).

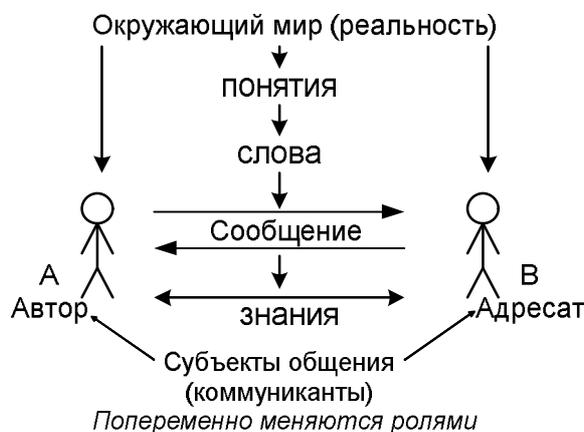


Рис. 1.6. Роли автора и адресата

Только в вырожденных случаях общения (например чтение книги) участники выполняют одну роль (писатель – роль автора, а читатель – адресата). От того, какие роли выполняют автор и адресат, зависит качество общения.



Рис. 1.7. Роли автора и адресата для случая чтения книги

Утверждения участника **A**, имеющего инициативу, выражают не только то, что он хочет сказать, но и его предположение (или ожидание реакции, которое обозначим как $W(A)$) о том, как другой участник **B** будет отвечать [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ). Особенно отчетливо это проявляется при задании вопроса, но верно и в других случаях.

Определение 1.10. Если ожидания владеющего инициативой участника **A** точно совпадают с тем, что отвечает **B**, то инициатива будет всегда оставаться у **A**. Формально это можно представить следующим образом:

Если $W(A) = B$, то **общение прямое** (ожидание автора совпадает с реакцией адресата).

Очевидно, что это не типичный случай общения, который может быть только при детальном знании **A** о знаниях **B**.

Определение 1.11. Если ожидания участника **A**, выраженные в вопросе, не совпадают или не точно совпадают с реакцией участника **B**, то такой ответ часто называют **косвенным ответом**, или приблизительным, ответом:

Если $W(A) \neq B$, то **общение косвенное**.

Система, осуществляющая общение с человеком, должна уметь понимать косвенные ответы человека и сама давать такие ответы. Отметим, что ответ по форме может быть и вопросом. Можно сказать, что косвенный ответ является необходимой формой общения в следующих случаях [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- 1) если точный ответ на начальный вопрос является бесполезным или неинформативным;
- 2) при необходимости проинформировать пользователя о структуре и содержании знаний системы;
- 3) при ответе на вопрос, содержащий слова с размытым значением.

Для понимания косвенных ответов пользователя система должна обладать определенными возможностями в части выполнения умозаключений.

1.1.3. Правила общения

При рассмотрении процесса общения следует обратить внимание также на то, что при ведении беседы люди (осознанно или неосознанно) используют некоторые **правила общения**. Приведем некоторые из таких правил [33, с. 23] (Языко_С-1990пос), которые объединены в три группы.

1. **Правила ведения беседы**, которыми определяются прагматическое значение содержания сказанного, степень приемлемости отдельных высказываний для ситуации разговора, «права» и «обязанности» собеседников.

Эти правила вырабатываются в самом начале взаимодействия. Несогласованность их приводит к прекращению разговора либо к созданию нового набора правил.

2. **Правила переработки информации** – состоят в использовании правил синтаксиса и семантики для интерпретации и генерирования высказываний.

Они обычно определяются автоматически производимой каждым говорящим оценкой интеллектуальных способностей собеседника, его интересов, социального статуса и т.д. Например, речь строится различно в зависимости от того, кто собеседник: ребенок, взрослый, иностранец, не владеющий языком в достаточной мере, и т.п. Эти правила корректируются также с учетом реальной ситуации.

3. **Правила формирования высказываний**, в основе которых лежат мотивы, интересы, ценности и прошлый опыт собеседников. Цель и мотив могут при этом не осознаваться, однако именно они присутствуют в высказываниях субъектов.

При взаимодействии люди «приписывают» друг другу определенные правила, которые определяют их коммуникативную деятельность. Механизм приписывания правил играет важную роль, так как определяет в итоге успех коммуникации. Человеку чаще свойственно «быстрое» приписывание правил и «неохотный» их «пересмотр» или коррекция. Изменению легче подвергаются вновь установленные правила и значительно труднее – установленные заранее или задолго до данного этапа взаимодействия. Когда же коррекция вынуждена, то наиболее часто изменения касаются отдельных этапов взаимодействия и, как правило, не накапливаются и не приводят к радикальному пересмотру всех приписанных правил.

1.1.4. Способы общения

Набор правил общения у людей понимают как **способ общения**. Рассмотрим в качестве примеров несколько различных способов общения [33, с. 24] (*Язык_С-1990нос*).

1. **Ассоциативный способ общения**. Обычно это обмен репликами, содержание которых ассоциативно связано друг с другом. Такая беседа может не иметь определенной цели, не считая цели поддержания общения. Правила, которые используют собеседники, определяются скорее интуитивно. Обмен репликами подразумевает обсуждение тем, связанных по ассоциации, исключение повторений, ограничение реплик по времени и др.
2. **Решение задач**. Высказывания направлены на достижение общей точки зрения. Цель общения – решение задачи, что заметно ограничивает тематику и набор правил общения. Нарушение правил (непонимание или отказ от решения) приводит к смене способа общения. Допускаются повторения и уточнения. При выработке решения общение заканчивается или возобновляется, но иным способом.
3. **Задавание вопросов**. Один из собеседников (задающий вопросы) заинтересован в получении определенной информации. Его право задавать вопросы может определяться социальной ролью либо соглашением о цели. Право спрашиваемого – уклониться от ответа, задать встречный вопрос, обсудить заданный вопрос (уточнить понимание). Как правило, спрашивающий получает частичные ответы. Исчерпывающие и подробные ответы, неприемлемые способы уклонения от ответов, повторяющиеся ответы по ассоциации считаются нарушением правил общения. Допустимы повторения заданных вопросов и ответов.
4. **Уточнение понимания**. Общение никогда не начинается с высказываний, служащих устранению неправильного понимания. Данный способ всегда следует за другими способами общения. Оба партнера имеют право в любой момент выйти из данного способа общения и перейти к другому.

Для успешного взаимодействия необходимо согласованное принятие партнерами одного и того же способа общения. У незнакомых людей наиболее часты первый и третий способы общения. По мере углубления знакомства чаще используются второй и четвертый способы общения, но они не превосходят частоты использования остальных способов.

1.1.5. Модель общения

Под указанной в определении общения 1.9 «понятностью» сведений подразумевается синтаксическая, семантическая и прагматическая недвусмысленность сведений, требующая, в частности, общности языка, общности знаний участников об окружающем мире и необходимости знаний участников о себе и друг о друге [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ). Как **язык** (т.е. то, с помощью чего совершают общение), так и **окружающий мир** (т.е. то, о чем совершается коммуникативный акт) должны быть общими или хотя бы пересекающимися для обоих участников [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ). В противном случае участники общения не смогут в приемлемое время найти общих точек соприкосновения.

Менее очевидной является необходимость знаний одного участника о знаниях другого и осознания каждым участником своих собственных действий и знаний. Указанные знания необходимы как для того, чтобы установить единство терминологии и точек зрения на обсуждаемые понятия, так и для того, чтобы один участник «понимал» свое состояние и состояние другого участника.

На начальных этапах разработки интерфейсов компьютерных систем предполагалось, что пользователь имеет детальные знания о системе общения, т.е. о компьютерной системе. Это требовало от пользователей компьютерных систем соответствующего уровня квалификации (к сожалению, в большом числе современных компьютерных систем это требование по-прежнему сохраняется). Предполагалось также (естественно), что пользователь системы имеет знания и о себе. Указанные знания помогают человеку понять любые ситуации (в том числе и непредвиденные), возникающие в процессе общения. Но в этом случае вся инициатива в диалоге и ответственность за его успешность возлагается только на одного участника общения – на пользователя. В реальности же если по тем или иным причинам пользователь не обладает необходимыми знаниями о системе, то для успешного диалога необходима смешанная инициатива (т.е. инициатива, переходящая от одного участника к другому, см. рис. 1.6). Для того чтобы система могла перехватывать у пользователя инициативу, она должна иметь как некоторые знания о себе («сознание») и своем состоянии («самосознание»), так и определенные знания о пользователе. Итак, в общем случае система, принимающая участие в общении с пользователем, должна обладать знаниями о следующем [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- языке;
- окружающем мире;
- собеседнике;
- себе.

Таким образом, легко перечислить компоненты модели общения:

- модель языка;
- модель окружающего мира;
- модель пользователя;
- модель системы.

Представим процесс общения в виде схемы (рис. 1.8), рассуждая следующим образом. Человек выполняет различные виды деятельности. Одним из важнейших видов деятельности являются мышление и речь, т.е. речемыслительная деятельность – процесс. Результатом любого процесса является некий продукт. Продуктом речемыслительной деятельности является текст. Текст, в свою очередь, является неотъемлемой составляющей языка.

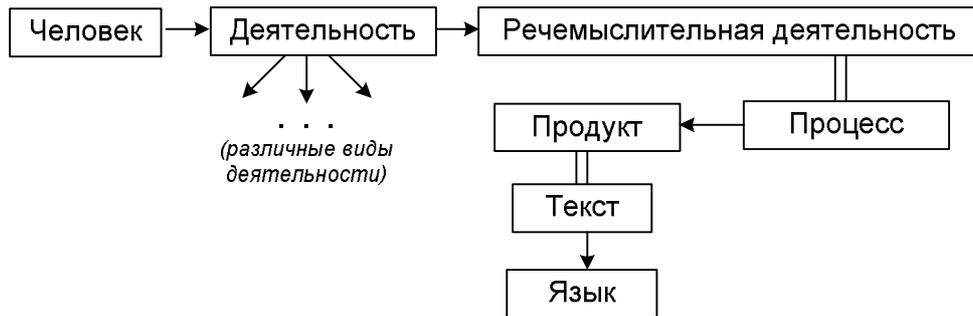


Рис. 1.8. Схема процесса общения человека

Построим функциональную модель общения. Но для начала дадим определение функциональной модели.

Определение 1.12. Функциональная модель M некоторого явления X – это искусственно созданная система (возможно, совершенно другой физической природы нежели X), такая, что в интересующем нас аспекте поведение M похоже на X , а в идеале – неотлично от X [24] (Попов Э.В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ).

На рис. 1.9 представлена функциональная модель процесса общения человека и компьютерной системы.

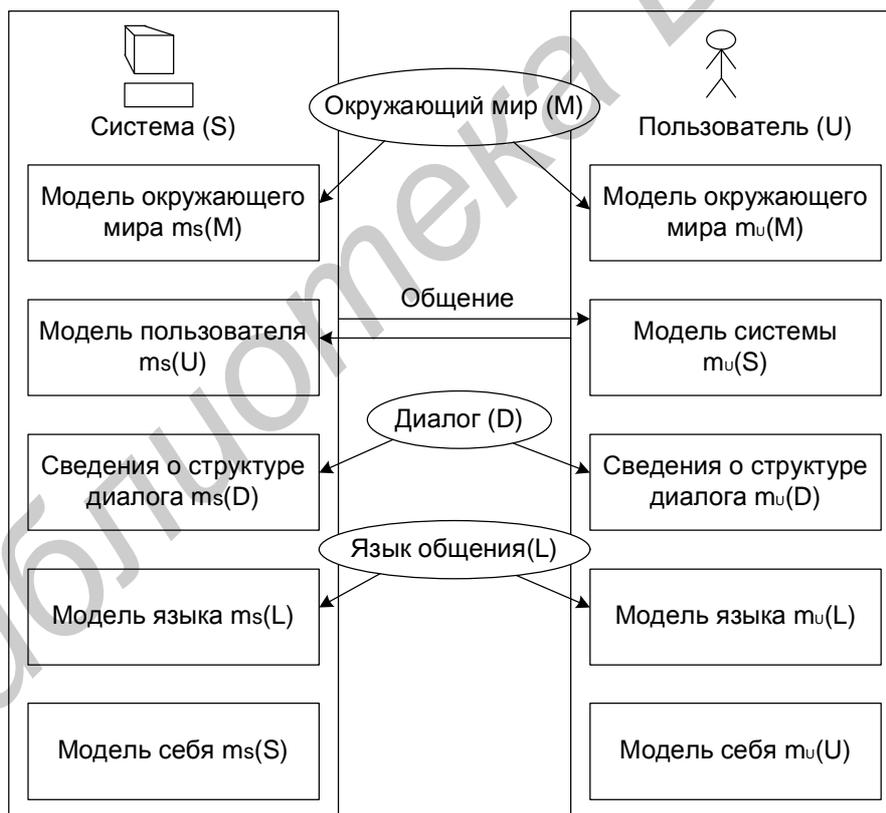


Рис. 1.9. Функциональная модель процесса общения

Как видно из рисунка, модель общения содержит сведения о двух субъектах общения: системе и пользователе этой системы. При этом в рамках данной модели оба субъекта общения включают в свой состав по пять моделей. Каждая из этих моделей в реализации интеллектуального интерфейса может быть представлена на языке представления знаний. В частности, для моделирования окружающего мира необходимо разработать базу знаний по соответствующей предметной области. Для построения модели пользователя необходимо

детально рассмотреть набор характеристик пользователя, которые следует учитывать в процессе общения. В частности, это крайне важно при разработке так называемых адаптивных интерфейсов и интеллектуальных обучающих систем [9] (Голенков В.В..2001мон-Интел_О_С). Сведения о структуре диалога будут подробно рассмотрены в следующем подразделе. В предложенной модели общения присутствует также модель языка общения. Моделированию естественного языка посвящен раздел 2 данной работы. Наконец, в рамках модели общения следует учитывать также модель себя, так как и пользователь, и система должны иметь хотя бы общее представление о себе и своих возможностях.

Наличие всех указанных в модели общения компонентов позволяет сформулировать основные умения компьютерной системы общения (интеллектуального интерфейса). Как указывалось выше, общение подразумевает наличие двустороннего диалога, в ходе которого система должна уметь:

- объяснять причины своих затруднений и свое текущее состояние;
- объяснять круг своих знаний и возможностей;
- направлять пользователя на такой перифраз входного текста, который будет понятен системе;
- перехватывать инициативу либо передавать ее;
- понимать косвенные ответы;
- уметь раскрывать анафорические ссылки (ссылки на контекст, подробнее см. ниже);
- понимать эллиптические конструкции (неполные предложения);
- интерпретировать диалог.

Перечисленные умения можно взять за основу формулировки требований к компьютерным системам естественно-языкового взаимодействия с пользователем.

1.2. Диалог. Диалоговая система

Как указывалось выше, одной из основных форм общения человека и ЭВМ является **диалог**. Рассмотрим это понятие подробно, аналогично рассмотрению понятия «общения».

Во введении приведен пример диалога двух собеседников, на основе которого определены умения и способности, которые люди применяют для реализации общения друг с другом. Там же перечислены основные проблемы, связанные с реализацией процесса общения в компьютерной системе.

У п р а ж н е н и е : сформулируйте самостоятельно определение понятия «**диалог**».

Рассмотрим определения понятия «**диалог**», взятые из различных источников.

О п р е д е л е н и е 1.13. Диалог, греч. (<http://slovari.yandex.ru/dict/brokminor> – *Малый энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона*, см. прил.):

- 1) разговор двух или более лиц;
- 2) литературное произведение в форме разговора. Диалог обычен в драме.

О п р е д е л е н и е 1.14. Диалог – форма непосредственного речевого взаимодействия двух или нескольких лиц, состоящая из последовательного чередования стимулирующих и реагирующих реплик (www.glossary.ru – *Глоссарий.ru: словари по общественным наукам*, см. прил.).

О п р е д е л е н и е 1.15. Греч. **Dialogos** – беседа двух лиц.

О п р е д е л е н и е 1.16. Диалог (от греч. dialogos – разговор, беседа), диалогическая речь (slovari.yandex.ru/dict/bse – *Большая советская энциклопедия*, см. прил. 1):

- 1) вид речи, характеризующийся ситуативностью (зависимостью от обстановки разговора), контекстуальностью (обусловленностью предыдущими высказываниями), произвольностью и

малой степенью организованности (незапланированным характером). Диалог противопоставляется монологу;

- 2) функциональная разновидность языка, реализующаяся в процессе непосредственного общения между собеседниками и состоящая из последовательного чередования стимулирующих и реагирующих реплик.

Определение 1.17. Диалог [греч. dialogos – первоначальное значение – разговор между двумя лицами] – словесный обмен между двумя, тремя и более собеседниками (slovari.yandex.ru/dict/litenc -- *Литературная энциклопедия в 11 томах, 1929–1939*, см. прил.).

Упражнение: выделите в приведенных определениях ключевые слова и проанализируйте их взаимосвязь. Выделите из полученного множества ключевых понятий главные и переформулируйте определение диалога, пытаясь максимально приблизить его к строгому полному определению.

Несмотря на то что диалог является одной из наиболее распространенных форм общения, существуют также другие виды общения, в частности:

- **монолог** – предполагает наличие одного активного участника общения (автора); все остальные участники либо могут отсутствовать, либо не принимаются во внимание;
- **полилог** – предполагает наличие большого количества активных участников общения. Как правило, полилог состоит из множества диалогов.

Рассмотрим пример диалога пользователя (клиента) с компьютерной системой заказа билетов [24] (*Попов Э.В. 1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

СИСТЕМА: Здравствуйте. Я могу помочь вам спланировать путешествие на самолете. Куда вы хотите лететь?

(1) **КЛИЕНТ:** Я хочу лететь в город *D* 28 мая.

СИСТЕМА: В какое время вы хотите вылететь?

(2) **КЛИЕНТ:** Я хочу прибыть в *D* до 10 часов утра.

СИСТЕМА: Вам подойдет рейс 102, который прибывает в 9:15 утра?

(3) **КЛИЕНТ:** А какой следующий рейс?

СИСТЕМА: Рейс 310 отправляется в 8:30 утра и прибывает в 10:00 утра.

(4) **КЛИЕНТ:** Я выбираю первый.

СИСТЕМА: На чье имя вы хотите зарезервировать билет?

(5) **КЛИЕНТ:** Бобров.

СИСТЕМА: Я повторяю заказ: рейс 102 на среду 28 мая из города *C* в город *D*, отправляющийся в 7:30 утра и прибывающий в 9:15 утра. Когда вы хотите вернуться?

(6) **КЛИЕНТ:** В пятницу вечером.

СИСТЕМА: Вам подойдет рейс, отправляющийся в 7:45?

(7) **КЛИЕНТ:** Да.

СИСТЕМА: Я повторяю заказ: рейс 307 на пятницу 30 мая из города *D* в *C*, отправляющийся в 7:45 вечера и прибывающий в 9:30 вечера. Благодарю вас. До свидания.

Приведенный диалог вполне понятен для человека. Однако для компьютерной системы не все так просто. Рассмотрим основные естественно-языковые явления, которые затрудняют обработку и реализацию этого диалога на ЭВМ. Для этого в примере специально пронумерованы строки с фразами клиента. Именно анализ фраз пользователя вызывает большие трудности для системы.

Итак, **в строке (2)** клиент использует косвенный ответ. Он не отвечает системе на вопрос о времени вылета, так как не знает, какое время самолет будет в полете. Клиента больше интересует возможное время прибытия. Именно поэтому он сообщает системе подходящее для него время прибытия. Таким образом, в процессе обработки этого ответа система должна выполнить следующие действия:

- определить, что это косвенный ответ;
- обратиться к базе данных с расписанием вылетов и прибытий и найти в ней желаемое время прибытия. При этом придется искать не точно заданное время, а время до 10 часов утра, учитывая при этом текущее время суток. Кроме того, искомое время должно быть максимально близко к указанным клиентом 10 часам утра;
- осуществив поиск, сгенерировать ответ, уточняющий у клиента, подойдет ли ему рейс, прибывающий в 9:15 утра.

Строка (3) является примером перехвата инициативы клиентом у системы. Теперь клиент не отвечает на поставленный системой вопрос, а задает свой. При этом в вопросе клиента используется так называемая **анафорическая ссылка**, т.е. ссылка на информацию, которая была сообщена ранее. Система должна суметь понять, что клиента интересует рейс, являющийся следующим по расписанию для предложенного ему рейса 102, и снова обратиться к базе данных.

Строка (4), так же как и (3), демонстрирует использование анафорической ссылки, но еще более глубокой по отношению к контексту. В этом случае системе придется «вспомнить» информацию, которая была сообщена ему клиенту раньше. Кроме того, обрабатывая ответ, необходимо учесть, что речь идет не о первом рейсе по расписанию, а о первом, упомянутом в диалоге рейсе.

В **строке (5)** клиент использует так называемую **эллиптическую конструкцию**, т.е. конструкцию, которая является синтаксически неполной. Для заполнения пропущенного необходимо обратиться к предыдущей фразе и использовать ее как шаблон для построения полного ответа: «Я хочу зарезервировать билет на имя Бобров». Обработка эллиптических конструкций, так же как и анафорических ссылок, является нетривиальной задачей для компьютерной системы.

Эллиптическая конструкция употреблена клиентом также и в **строке (6)**. Как видно из примера, обработка эллиптической конструкции проще, чем анафорических ссылок, так как здесь достаточно обратиться к предыдущей фразе. В строке (6) использована также **неявная ссылка** на день недели. Для ее обработки система должна:

- иметь в памяти календарь;
- сориентироваться в том, какой день недели пришелся на момент разговора;
- сопоставить дни недели с выбранным клиентом рейсом;
- найти с использованием календаря предложенный клиентом день недели, который является последующим по отношению ко дню вылета;
- обратиться к базе данных с расписанием полетов и найти варианты вылета рейса в заданный клиентом день;
- сгенерировать ответ для клиента в виде вопроса, подойдет ли ему найденный рейс.

Процесс общения является не только процессом передачи смыслов от одного участника другому, но и процессом, в котором участники преследуют свои **цели**. При этом цели общения определяют **общую структуру диалога** (=макроструктуру диалога), не зависящую от конкретной задачи, решаемой участниками.

С другой стороны, было замечено, что на способ построения диалога оказывает существенное влияние и структура конкретной задачи, решаемой участниками в данном диалоге. Это определяет **тематическую структуру диалога**.

Итак, рассматривая структуру диалога, следует иметь в виду как макроструктуру, так и тематическую структуру диалога (рис. 1.10).

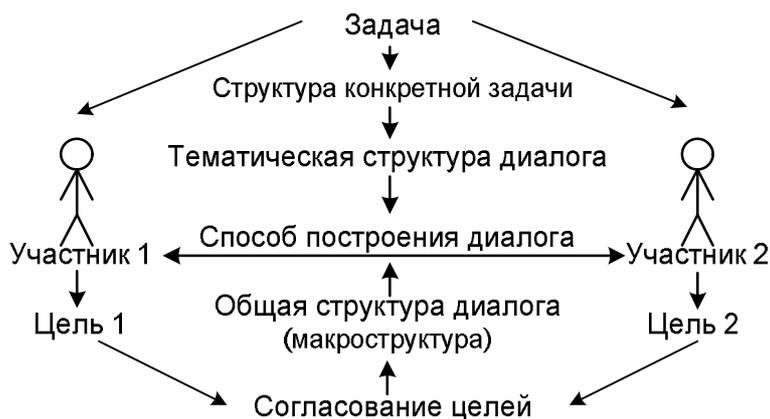


Рис. 1.10. Формирование структуры диалога

Как видно из рисунка, для достижения результата в диалоге необходимо достичь согласованности целей. Хотя сами по себе цели диалога у каждого из его участников могут быть разными.

Если говорить о макроструктуре диалога, то она зависит от множества различных факторов: стилистических, эмоциональных, семантических и т.п. [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ). Поэтому в процессе разработки систем общения человека с компьютерной системой многими из этих факторов приходится пренебрегать.

Для упрощения задачи реализации диалога разработчики исходят из предположения, что общая структура диалога в основном является функцией целей его участников. Именно поэтому большое внимание уделяется формулировке и согласованию целей диалога.

Диалог как процесс непротиворечивого взаимодействия участников возможен благодаря **согласованности целей участников**, которая выражается в следующем [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- цели устанавливаются согласованно, путем приглашения к диалогу и принятия приглашения. При этом «приглашение» и «принятие» могут явно не быть выражены в диалоге;
- цели участников взаимно известны. Каждый участник знает цели другого и интерпретирует его высказывания относительно этих целей;
- цель каждого участника дополняет цель его партнера по диалогу. Например, диалог-покупка (покупатель/продавец), диалог-помощь (помогающий/принимающий помощь), диалог-руководство начальник/подчиненный) и т.п.

Пара целей, определяющая тип диалога, может быть охарактеризована некоторым набором **знаний**, общим для участников общения. Эти знания определяют следующие аспекты общения [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- 1) как диалог инициируется, протекает и завершается;
- 2) какие требования предъявляет данный диалог к участникам;
- 3) какая информация может быть передана в данном типе диалога неявно;
- 4) при каких обстоятельствах диалог завершается успешно (т.е. выполняет функции, для которых он был инициирован), и как это будет выражаться в поведении участников.

В процессе реализации диалога удобно разбивать его на **фазы** [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- установление целей;
- преследование целей;
- достижение целей (или отказ от целей).

Рассмотрим каждую из указанных фаз. Фаза **установления целей** включает следующие этапы и шаги [24] (*Попов Э. В. 1982 кн-Общес_с_ЭВМ*):

1. Приглашение к диалогу:

- идентификация типа диалога;
- указание интересов приглашающего;
- определение участников и темы диалога.

Приглашение в общении между людьми может быть выполнено различными способами, часто краткими и даже неявными.

2. Принятие (отказ) приглашения:

- благодарность за приглашение;
- распознавание типа и темы диалога;
- согласие участвовать в диалоге (т.е. преследовать предложенные цели).

Принятие приглашения часто может быть выражено неявно, например преследованием предложенных целей. Альтернативой к принятию приглашения может служить отказ от приглашения, переговоры или игнорирование приглашения.

Выше были рассмотрены основные особенности диалога между людьми. Рассмотрим теперь основные аспекты диалога пользователя с компьютерной системой.

Диалог человека с интеллектуальной системой означает интерактивный обмен информацией (сообщениями) на заранее условленном языке в определенной форме для достижения некоторых целей в конкретной предметной области деятельности человека [33] (*Языко_С-1990 пос*).

Основной принцип диалога с современными компьютерными системами состоит в независимом, но ограниченном выборе пользователем входного сообщения (которое в большинстве случаев представляет собой некоторую управляющую команду) и в значительной степени детерминированной реакцией системы. При этом диалог служит методом решения задач, где пользователь является инициатором диалога и знает задачу, а система, являющаяся в основном пассивным собеседником в диалоге, используется для решения ее подзадач.

При моделировании диалог часто представляют как сложную «конструкцию», компонентами которой являются **шаги диалога**, состоящие из двойки:

<действие> — <ответ>

Структурное представление о диалоге как «конструкции» может быть рассмотрено на трех уровнях [33] (*Языко_С-1990 пос*):

- концептуальном;
- логическом;
- физическом.

На уровне **концептуального представления** о диалоге определяются коммуниканты и их внутренняя структура, а также типы структур взаимодействия. Так, для диалога, в котором инициатором является только один из коммуникантов (пользователь), концептуальная схема диалога будет иметь вид, показанный на рис. 1.11. Так как инициатором является пользователь, то по **каналу планирования** от пользователя в интеллектуальную систему поступает «импульс», переводящий ее в «возбужденное состояние», о чем она информирует пользователя по **информационному каналу**. Далее по информационному каналу в систему поступает **сообщение**, а по **каналу управления** указывается на необходимость его восприятия, о чем система после восприятия информирует пользователя по **информационному каналу**. При взаимодействии и пользователь, и система используют свои **знания** и интерпретируют их в **действия**.

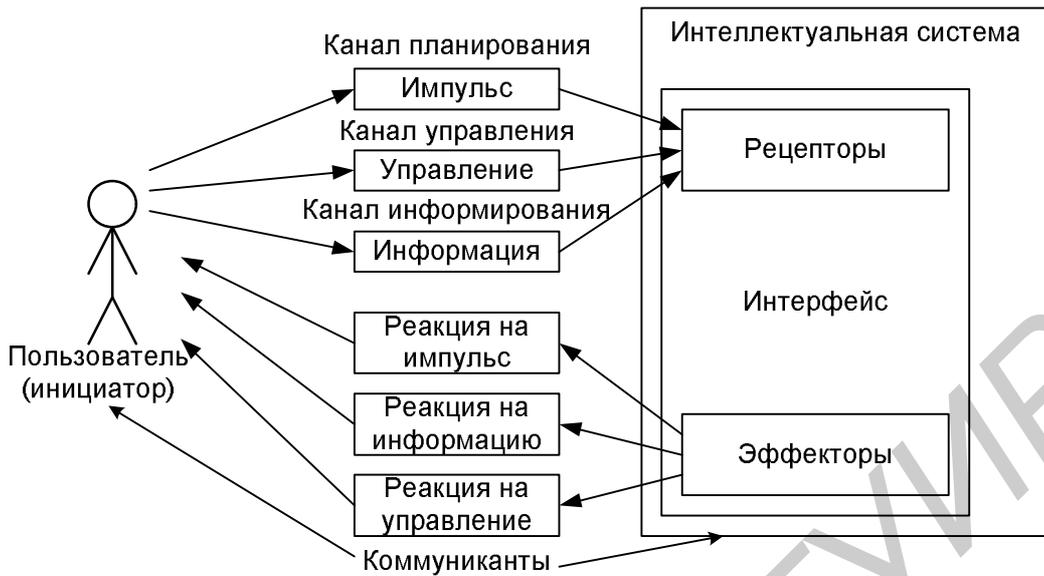


Рис. 1.11. Концептуальное представление о диалоге

На **логическом уровне** диалог представляется в виде системы взаимосвязанных шагов диалога (рис. 1.12).

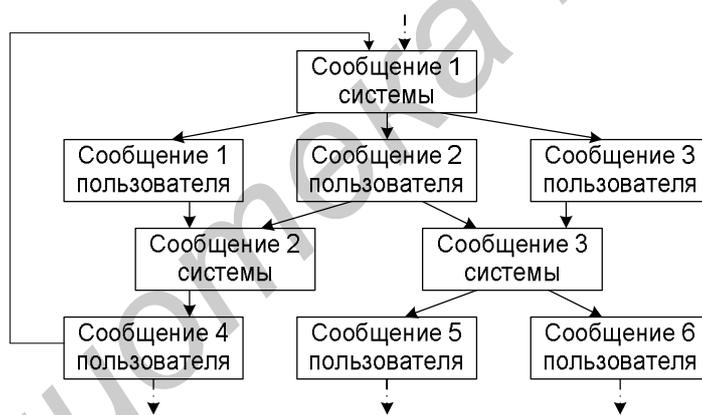


Рис. 1.12. Логический уровень представления диалога

Следует при этом отметить, что в интеллектуальных системах далеко не всегда логическая структура детерминирована, т.е. определена заранее. В большинстве случаев интеллектуальная система должна «уметь» строить логическую структуру диалога «на лету», т.е. в процессе взаимодействия с пользователем. Это возможно благодаря использованию специальных сценариев с ветвлениями [23] (Понов Э.В. ред. 1990спр-ИскусИ-К1). На рис. 1.13 приведен пример такого сценария, представленный на языке SC.

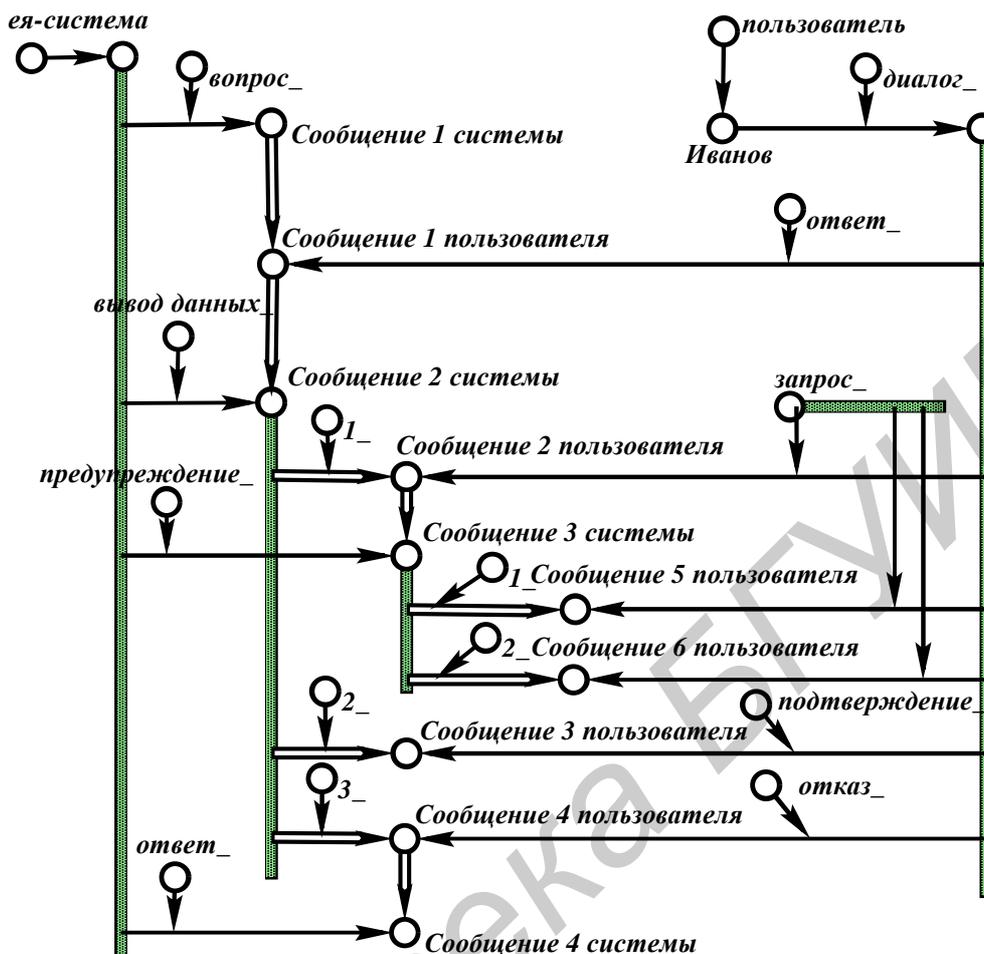


Рис. 1.13. Логический уровень представления диалога в виде сценария с ветвлениями

В дальнейшем при общении с пользователем система использует этот сценарий, а также правила, по которым осуществляется переход по той или иной ветке сценария. В самых развитых системах существуют также специальные средства автоматического построения сценариев.

Аналогом логического уровня представления диалога являются диаграммы взаимодействия в нотации унифицированного языка моделирования UML [34] (*UML-Гома X.2002кн*).

На **физическом уровне** диалог представляет собой описание алгоритмов и процессов функционирования различных средств поддержки диалога:

- аппаратных;
- программных;
- информационных.

Уровень развития и многообразие современного программного обеспечения позволяют выделить различные варианты реализации диалога с компьютерной системой [33] (*Язык_С-1990пос*):

- **Команды.** Данный тип диалога характеризуется обменом прямыми указаниями между пользователем и системой. При этом предполагается однозначная интерпретация сообщений и отсутствие выбора у партнеров по диалогу. Примерами команд являются: со стороны системы – «Нажмите клавишу Enter», «Установите рабочий диск» и др.; со стороны пользователя – «Печатать содержимое экрана», «Help» и др. Большинство таких команд в современных системах с графическим интерфейсом реализовано в виде

панелей инструментов с кнопками. В системах, не обеспеченных графическим интерфейсом, этот вид реализации диалога является достаточно распространенным.

- **Меню.** При таком типе диалога пользователю предлагается выбор одной из нескольких альтернатив, каждая из которых интерпретируется однозначно. Появление командных меню в свое время стало большим прорывом в области реализации интерфейсов прикладных программ и позволило существенным образом расширить круг пользователей ЭВМ.
- **Запрос.** При диалоге в форме запросов участники диалога требуют друг от друга некоторых действий, связанных с вводом сообщений, которые будут определенным образом интерпретироваться. Примеры запросов: со стороны системы – «Пароль?», «Введите текст», «Укажите дату!»; со стороны пользователя – «Время?» (вывести на экран значения таймера) и др. В отличие от команд запрос всегда предполагает поиск, обработку и вывод запрашиваемой информации.
- **Запрос с синтаксисом.** Тип диалога, аналогичный предыдущему, но в запросе указываются синтаксические ограничения на сообщение, которое предстоит ввести в систему. Запрос с синтаксисом всегда подразумевает строгое соблюдение формата ввода/вывода сообщений. Например: «Укажите дату ДД/ММ/ГГ».
- **Анкета.** При данном типе диалога система предлагает пользователю заполнить некоторую входную форму, которую она ему сообщает. По существу входная форма представляет собой последовательность запросов, запросов с синтаксисом или меню, на которые надо дать ответы либо в произвольной форме (возможно, даже на естественном языке), либо с синтаксическими ограничениями, либо в заранее определенном виде (в том числе в виде ответов в форме ДА/НЕТ). В современных компьютерных системах с графическим оконным интерфейсом анкета реализуется в виде специальных диалоговых окон.
- **Диалог** на ограниченном естественном языке. Следует отметить еще раз, что диалог с системой на естественном языке всегда предполагает ограничение лексики, синтаксиса и семантики. Многие реализации диалога на естественном языке представляют собой совокупность запросов с синтаксисом и создают для пользователя лишь иллюзию общения на естественном языке.

Рассмотрим основные **компоненты диалога** с точки зрения реализации конкретной тематической структуры (типа) диалога. Тип диалога характеризует не конкретный диалог, а некоторое множество диалогов [24] (*Попов Э.В. 1982 кн-Общес_с_ЭВМ*). Например, диалог-помощь характеризует все виды диалогов вне зависимости от конкретных участников общения и решаемой ими задачи.

Информацию о конкретном типе диалога характеризуют тремя компонентами [24] (*Попов Э.В. 1982 кн-Общес_с_ЭВМ*):

- множеством параметров;
- описаниями параметров;
- структурой диалога.

Множество параметров несет информацию о том, в каких аспектах может варьироваться данный тип диалога. Считается достаточным характеризовать любой диалог тремя параметрами:

- двумя параметрами, соответствующими участникам (называемыми «**ролями**»);
- предметом диалога (называемым «**темой**»).

Описание параметров является основным аспектом, отличающим один тип диалога от другого.

Описание содержит **множество утверждений** о параметрах. В первую очередь эти утверждения выражают **цели** и **состояния** участников, которые должны соблюдаться в процессе ведения диалога данного типа.

Именно эти утверждения позволяют (несмотря на неявность естественного языка) распознать приглашение к диалогу, определить реакцию на приглашение, преследовать цели и завершить данный тип диалога.

Описания параметров характеризуют те аспекты диалога, которые остаются неизменными в ходе всего диалога данного типа.

Определенные аспекты диалога, изменяемые систематическим образом, представляются в **структуре диалога**. Структура диалога задается в виде множества подцелей участников, частично упорядоченных во времени.

Рассмотрим **компоненты диалога** на примере диалога-помощи (ДП) [24] (*Попов Э. В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ*).

I. Параметры:

- ПП (принимающий помощь);
- ОП (оказывающий помощь);
- П (решаемая проблема).

II. Описание параметров :

- ПП хочет выполнить П.
- ПП хочет уметь выполнить П.
- ПП не умеет выполнить П.
- ПП разрешено выполнять П.
- ПП есть человек.

Эти описания не только накладывают ограничения на того, кто может выполнять роль ПП, но и определяют то, чем ПП будет заниматься в ДП. Утверждения, образующие описание, позволяют без явного упоминания в конкретном диалоге определить функции участников.

- ОП хочет помочь ПП выполнить П.
- ОП способен оказать помощь.
- ОП есть человек.

Описания параметров известны каждому участнику диалога. Например, ПП знает, что для участия в ДП тот, кто оказывает помощь, должен хотеть помочь. Это знание позволит ПП не просить помощь у того, о ком известно, что он не хочет ее оказать.

III. Структура диалога-помощи (структура состоит из трех компонентов, первые два компонента образуют фазу «диагноз», а третий – фазу «решение»).

На фазе «диагноз» ПП сообщает:

Тему:

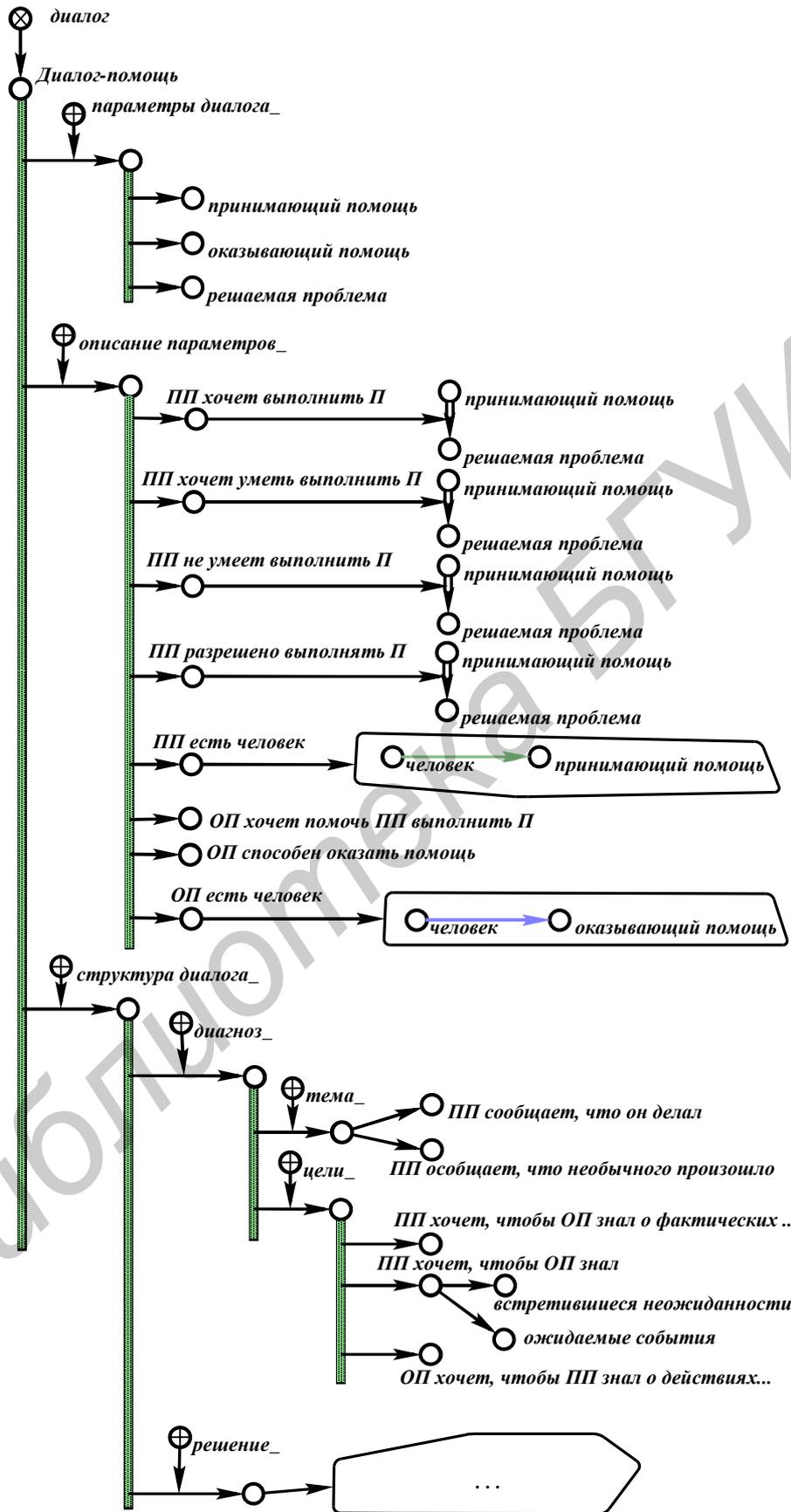
- 1) что он делал;
- 2) что необычного произошло.

Цели:

- ПП хочет, чтобы ОП знал о фактических действиях ПП, предпринятых им при решении П.
- ПП хочет, чтобы ОП знал:
 - а) о множестве встретившихся неожиданностей или
 - б) о множестве ожидаемых ПП событий, которые не имели места.
- ОП хочет, чтобы ПП знал о действиях, которые при решении П позволят избежать нежелательных явлений и вызовут желательные.

На фазе «решение» ОП хочет сообщить ПП, какие надо предпринять действия для решения проблемы.

На рис. 1.14 приведен фрагмент описания компонентов рассмотренного выше диалога на языке представления знаний SC.



Р и с . 1 . 1 4 . Компоненты диалога-помощи на языке представления знаний SC

1.3. Проблема системы языка в современных условиях

1.3.1. Определение понятия «язык»

«Язык – основное средство человеческого общения. При помощи языка люди общаются друг с другом, передают свои мысли, чувства, желания.

Являясь средством общения, язык связан с жизнью общества, с народом – носителем данного языка. Общество не может существовать без языка, как и язык – вне общества. Вместе с развитием общества развивается и изменяется язык. Изменения в общественной жизни находят отражение в языке.

Язык тесно связан с мышлением, сознанием. Знания об окружающей действительности, которые люди приобретают в процессе труда, закрепляются в языке – в словах, словосочетаниях и предложениях. С помощью языка люди передают свои знания, опыт от поколения к поколению» [4] (*Русск_Я-1984спр*).

Упражнение 1: сформулируйте самостоятельно определение понятия «язык».

Упражнение 2: отыщите и выпишите различные определения понятия «язык» из словарей, справочников, лингвистической литературы, сети Интернет (см. список литературы и прил. 1).

Рассмотрим несколько определений понятия «язык», взятых из различных источников.

В словаре русского языка С. И. Ожегова (<http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=ozhegov>, прил. 1) слово «язык» определяется следующим образом:

Определение 1.18. Язык:

- (от слова «язык» в этом значении образуется прилагательное «языко'вый»):
 - Подвижный мышечный орган в полости рта, являющийся органом вкуса, а у человека участвующий также в образовании звуков речи.
 - В колоколе: металлический стержень, производящий звон ударами о стены.
 - Переносное: о чем-нибудь, имеющем удлинённую, вытянутую форму.
- (от слова «язык» в этом значении образуется прилагательное «языково'й»):
 - Система звуковых, словарных и грамматических средств, объективирующая работу мышления и являющаяся орудием общения, обмена мыслями и взаимного понимания людей в обществе.
 - Совокупность средств выражения в словесном творчестве, основанных на общенародной звуковой, словарной и грамматической системе, стиль.
 - Речь, способность говорить.
 - Система знаков (звуков, сигналов и т.п.), передающих информацию.
 - То, что выражает, объясняет собой что-нибудь.
 - Пленный, от которого можно получить нужные сведения.
- Народ, нация, во множественном числе – язы'ки.

Определение 1.19. Язык – это находящаяся в распоряжении того или иного коллектива система элементов – единиц разных ярусов (слов, значащих частей слов и т.д.) плюс система правил функционирования этих единиц [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Система единиц – это **инвентарь языка**.

Система правил функционирования, т.е правил генерации и понимания осмысленных высказываний, называется **грамматикой языка**.

Определение 1.20. Язык (lingua), *анатом.*, у человека продолговатый мышечный орган, расположенный в ротовой полости (<http://slovari.yandex.ru/dict/brokminor> – *Малый энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона*, см. прил.).

Определение 1.21. Язык, *филол.*, членораздельная речь, совокупность слов и форм, с помощью которых народ выражает свои мысли (<http://slovari.yandex.ru/dict/brokminor> – *Малый энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона*, см. прил.).

Определение 1.22. Язык – система знаков, служащая (www.glossary.ru – *Глоссарий.ру: словари по общественным наукам*, см. прил.):

- средством человеческого общения и мыслительной деятельности;
- способом выражения самосознания личности;
- средством хранения и передачи информации.

Определение 1.23. Язык – система звуковых и письменных символов, используемых людьми для передачи их мыслей и чувств (<http://www.krugosvet.ru>).

Определение 1.24. Язык – это система единиц, реализуемых некоторыми чувственно воспринимаемыми средствами, причем некоторые комбинации этих единиц в силу договоренности (конвенции) имеют значение и, следовательно, могут быть использованы для целей общения (<http://www.krugosvet.ru>).

Определение 1.25. Язык (<http://slovari.yandex.ru/dict/ushakov> – толковый словарь русского языка Ушакова, см. прил.):

1. Орган в полости рта в виде подвижного мягкого выроста, являющийся органом вкуса, а у человека способствующий также образованию звуков речи.
2. Способность говорить, выражать словесно свои мысли, речь (*только ед.*).
3. Система словесного выражения мыслей, обладающая определенным звуковым и грамматическим строем и служащая средством общения в человеческом обществе.
4. Разновидность речи, обладающая теми или иными характерными признаками.
5. Способ выражения, стиль, свойственный кому-либо, чему-либо (*только ед.*).
6. Словесно выраженная мысль, речь того или иного содержания (*только ед.*).
7. То, что выражает собою что-нибудь (о звуках, издаваемых животными, о предметах и явлениях, *только ед.*).
8. Народ, народность (*старин.*).
9. Пленный, от которого можно добыть нужные сведения (*устар.*).
10. В колоколе, колокольчике – металлическая пластинка, стержень, производящий звон ударами о стенки. Вообще – удлиненная и обычно подвижная часть чего-либо.

На рис. 1.15 представлен фрагмент семантической сети, описывающей совокупности ключевых понятий, входящие в состав понятия «язык». Отметим, что слово «язык» является примером **омонима** (см. подразд. 1.4).

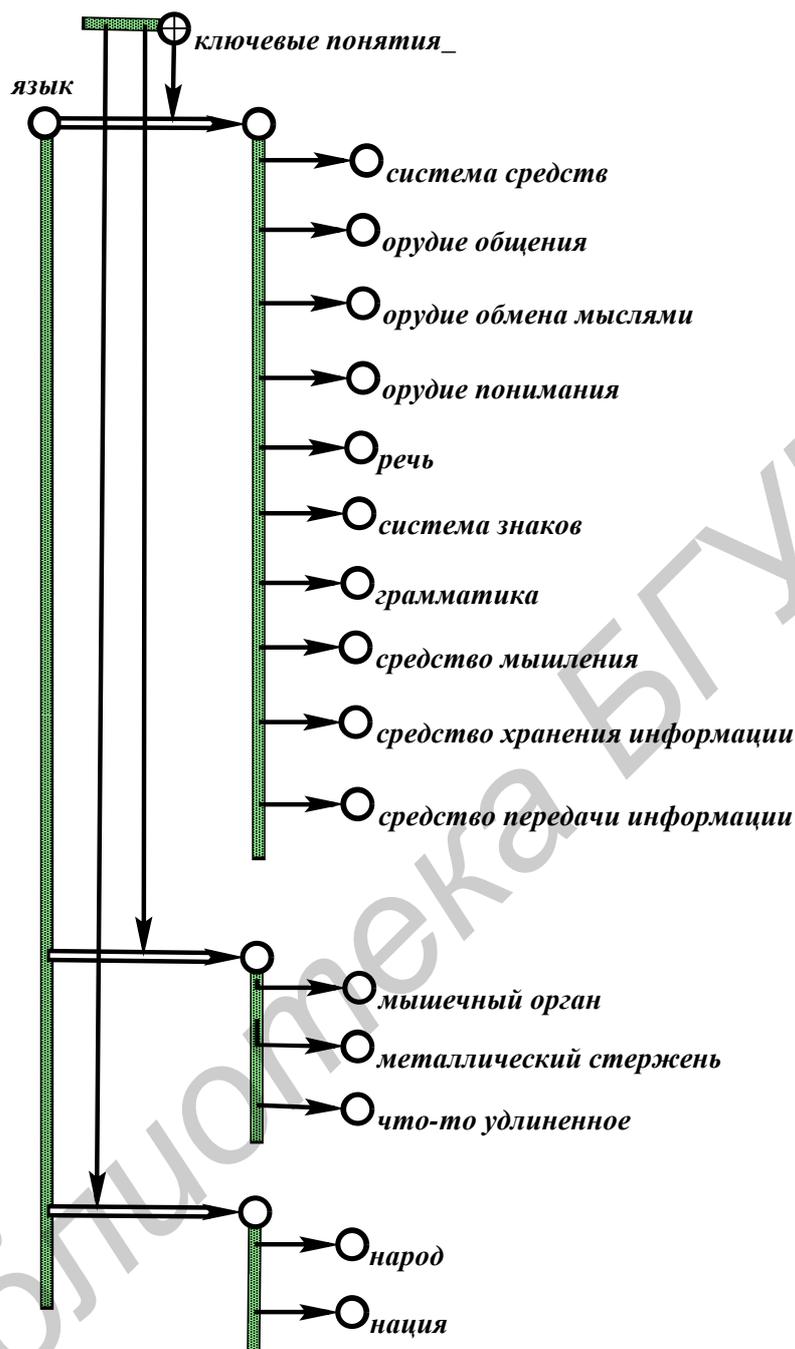


Рис. 1.15. Ключевые понятия, входящие в состав понятия «язык»

Выше были приведены определения понятия **естественного языка**, т.е. языка как средства человеческого общения. Так же как существуют различные народности и национальности, так и существуют различные естественные языки: русский, белорусский, украинский, польский, французский, английский, немецкий, финский и многие другие. В этих языках существуют также различные диалекты, присущие людям, проживающим в определенной местности.

Развитие человеческой мысли дошло до такого уровня, что люди начали придумывать новые специализированные, **искусственные языки**, которые начали использовать для научного (более строгого, формального) описания различных процессов и явлений окружающей их жизни, а также для их более глубокого изучения. Поэтому появилось понятие

«язык», например, в таких областях, как математика, кибернетика, вычислительная техника и программирование.

На рис. 1.16 приведен фрагмент sc-текста, отражающий классификацию языка как системы знаков, используемых для реализации процесса коммуникации.

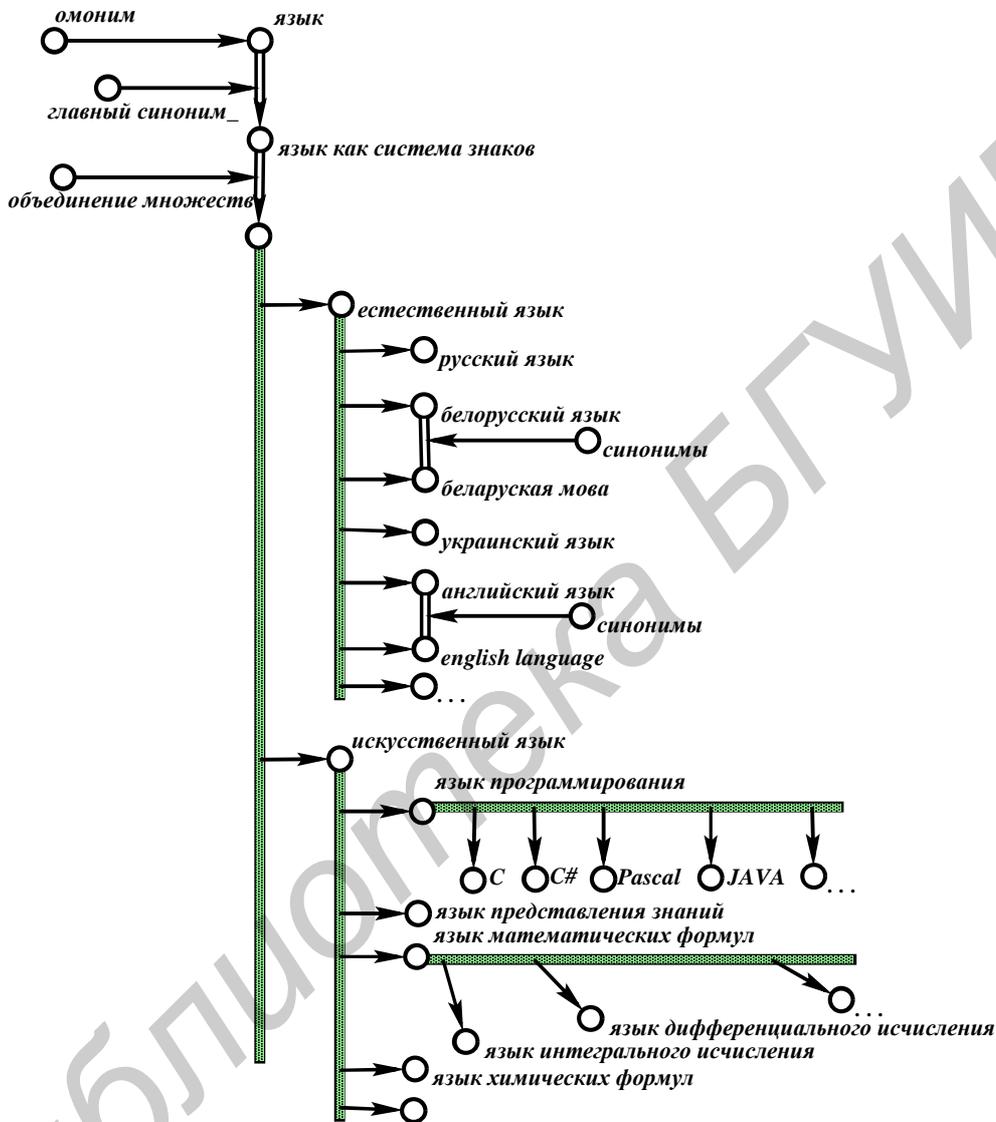


Рис. 1.16. Фрагмент классификации понятия «язык»

Приведенные выше определения в достаточной мере отражают обыденное представление о языке. Для целей же научного анализа языка необходимо определить язык более формально. Для того чтобы получить возможность моделировать процесс общения человека и компьютерной системы на естественном языке, необходимо детально изучить структуру языка.

В математике для определения **языка** используются понятия **алфавита**, который представляет собой множество символов, и **цепочки** как последовательности символов (определение 1.26).

Определение 1.26. Язык L определяется как множество **цепочек** в алфавите A .

В кибернетике в числе других решаются следующие три группы задач [33] (*Язык_С-1990нос*):

- моделирование восприятия языка;
- моделирование понимания (интерпретации) языка;
- моделирование языкового поведения, включая коммуникативную и физическую деятельность.

При этом язык в кибернетике определяется следующим образом (определение 1.27).

Определение 1.27. Язык – это формальная система, моделирующая процессы передачи и преобразования информации.

Определение 1.28. Языки программирования – это искусственные языки, которые специально созданы для обеспечения взаимодействия с вычислительной техникой. Существуют языки высокого и низкого уровня, ориентированные на решение отдельных классов задач программирования, поддерживающих отдельные типы операционных систем и т.д.

Определение 1.29. Язык представления знаний – это язык, предназначенный для описания и формализации некоторой области знаний с целью погружения этих знаний в интеллектуальную систему [27] (*Семан_М-2004уч-Голенков В.В.*).

Если рассматривать искусственные языки, то выделяют **линейные** и **нелинейные** (графовые) языки [27] (*Семан_М-2004уч-Голенков В.В.*). Существуют различные способы классификации языков [27] (*Семан_М-2004уч-Голенков В.В.*). Для искусственных языков характерна более строгая формальная организация. Многие из них являются закрытыми, т.е. неразвивающимися, в отличие от естественного языка, который представляет собой развивающуюся и изменяющуюся во времени систему.

Язык включает в себя набор знаков (**словарь**) и правила их употребления и интерпретации (**грамматику**) [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*). Иначе говоря, словарь (алфавит) и грамматика являются основными составляющими языка. Кроме того, язык существует в виде наборов текстов этого языка (рис. 1.17).

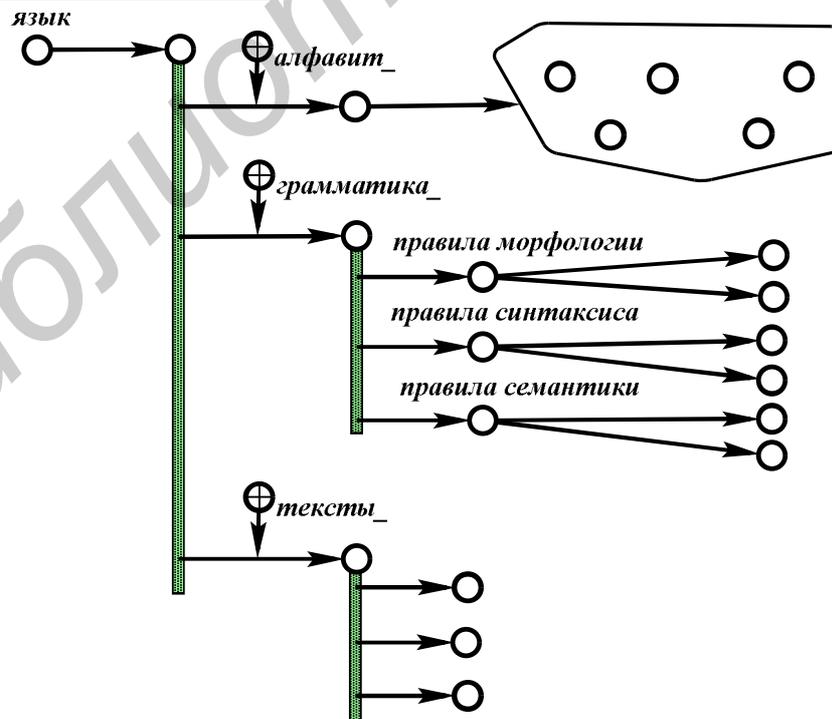


Рис. 1.17. Состав языка

«Самым замечательным свойством структуры языка является возможность конструировать бесконечное число средств общения (предложений) из конечного запаса элементов (слов). ... Однако при обучении своему родному языку никому не приходится заучивать одно за другим предложения языка. Вместо этого потенциально бесконечное разнообразие предложений конструируется в соответствии с **правилами**, определяющими возможности сочетания слов в составе предложения» (<http://www.krugosvet.ru>). На рис. 1.17 выделены три основные группы правил:

- правила морфологии (морфологические);
- правила синтаксиса (синтаксические);
- правила семантики (семантические).

Существование **морфологических правил** связано с тем, что слова «имеют сложное устройство, и этому устройству присуща определенная регулярность. Многие слова состоят из нескольких значимых единиц – морфем, значения которых соединяются по определенным правилам в значении слова. Например, морфема прошедшего времени -ed в английском языке будет модифицировать значение любой глагольной морфемы, к которой она присоединяется». (<http://www.krugosvet.ru>).

«**Синтаксические правила** определяют, какие комбинации единиц являются допустимыми. Так, для английского языка комбинация Артикль + Имя + Непереходный глагол дает приемлемое предложение (например, The boy fell – «Мальчик упал»), а комбинация Глагол + Имя + Артикль + Предлог – нет (например, Ran boy the on)». (<http://www.krugosvet.ru>).

«**Семантические правила** определяют, каким образом значение более сложной конструкции (синтаксической группы или предложения) выводится из значений и организации (синтаксиса) составляющих ее слов». (<http://www.krugosvet.ru>).

Для более детального изучения каждой группы правил в лингвистике – науке, изучающей язык, – выделяют соответствующие разделы: морфология, синтаксис, семантика и др. (разд. 2).

Как указывалось ранее, язык является основным средством общения людей. Кроме того, по утверждениям исследователей (как лингвистов, так и психологов) естественный язык, является **средством развития мышления**. Поэтому, исследуя язык, мы можем больше узнать об особенностях мышления человека и, как следствие, смоделировать процесс мышления на ЭВМ для решения интеллектуальных задач в интеллектуальных системах. Эта особенность языка очень интересует специалистов в области искусственного интеллекта. Как указывалось выше, естественный язык является универсальным языком представления знаний. Поэтому есть основания полагать, что, имея в руках все особенности и закономерности строения естественного языка, можно построить универсальный семантический язык представления знаний, ориентированный на использование в компьютерных интеллектуальных системах. Одну из удачных попыток создания такого языка предпринял профессор Виктор Владимирович Мартынов. Он назвал этот язык Универсальным Семантическим Кодом (УСК) [19, 20] (*Мартынов В.В. 1977 кн-Униве_С_К; Мартынов В.В. 1982 кн-Катег_Я*).

Один из основоположников компьютерной лингвистики в Республике Беларусь Владимир Александрович Карпов, профессор Белорусского государственного университета, так говорил о естественном языке: «**Естественный язык – не саморазвивающаяся система, а система, развиваемая человеком**». Это лишнее раз подчеркивает, что язык не может существовать без человека.

Одной из форм существования языка является **речь**. Существуют различные рассуждения и предположения о том, как сопоставляются речь и язык, что в этих явлениях общего и в чем состоит разница. Большинство исследователей придерживаются следующих положений:

- сначала появилась речь, а потом язык как абстрагирование речи;
- речь – форма существования языка;

- естественный язык представляет совокупность всех его «проявлений»: письменных текстов и речи.

Ф. де Соссюр [29] (*Соссюр Ф. 1977 кн-Труды по Я*) писал: «Исторически факт речи всегда предшествует языку». Он утверждал первичность речи как явления, непосредственно наблюдаемого, и вторичность языка как выделяемого из речи посредством абстрагирования. В данном утверждении прослеживается парадокс: с одной стороны, нельзя построить речевого высказывания, не зная языка и существующих в его арсенале правил построения фраз, т.е. некой «нормы» языка [24] (*Попов Э.В. 1982 кн-Общен с ЭВМ*). С другой стороны, в речи присутствует огромное количество явлений, которые строятся как бы вопреки существующей «норме» (см. пример диалога с системой заказа билетов). Это всевозможные усеченные высказывания (эллиптические конструкции), а также такие речевые акты, как мычание, прищелкивание языком и т.п. Это связано с тем, что в языке важна не «норма», а возможность передать смысл, т.е. некоторую конкретную информацию.

Язык при использовании его в практической деятельности человека выполняет множество различных **функций**:

- информационная (познавательная);
- коммуникативная;
- воспитательная;
- развивающая;
- поэтическая (эстетическая).

Информационная функция заключается в том, что язык используется с целью представления, хранения и передачи информации. Эта функция реализуется, в частности, в процессе познания окружающей действительности, общения собеседников и т.п. Необходимость передачи информации друг другу заставляет человека изучать язык, владеть языком, использовать его в своей повседневной жизни. Информационная функция является первостепенной и самой важной. Именно информационная функция языка может объяснить основные причины возникновения языка. Информационную функцию языка часто называют **познавательной**, так как именно с помощью языковых средств человек фиксирует информацию об окружающей действительности. Основными формами, в которых фиксируются знания о мире в результате интеллектуальной познавательной деятельности человека, являются **понятия, суждения и теории**.

Коммуникативная функция естественного языка связана с потребностью человека в общении, осуществлении связей (коммуникации) людей. Из многих определений языка следует, что язык является основным средством коммуникации. Поэтому многие исследователи считают коммуникативную функцию одной из основных. Человек – существо социальное, и ему достаточно трудно жить без возможности общения с себе подобными. Известен ряд психологических экспериментов, в которых испытуемых оставляли в полном одиночестве, лишая возможности общения. Результаты этих экспериментов показали, что отсутствие возможности коммуникации отрицательно сказывается на человеческой психике, его эмоциональном состоянии. Известно также, что многие одинокие люди больше всего страдают от отсутствия общения. Даже в современной жизни человека в условиях всеобщей компьютеризации легко заметить, что человек не может обойтись без общения. Об этом свидетельствует факт наличия и постоянного развития большого количества современных средств коммуникации, таких, как мобильная связь, Интернет с его разговорными сервисами в виде чатов, форумов, телеконференций, электронной почтой и т.д.

Воспитательная функция языка заключается в том, что человек, имея возможность читать произведения великих мыслителей как в области художественной литературы, так и философской, научной и др., подвергается одновременно и процессу воспитания. Это и воспитание в смысле умения жить среди людей, и приобретение всевозможных навыков на примерах богатого жизненного опыта других людей, и т.п.

Особое значение имеет **развивающая функция** языка, которая заключается в том, что в процессе освоения языка у человека развиваются также и его интеллектуальные

способности. Психологи выявили ряд зависимостей уровня владения языком от интеллектуального уровня развития человека [1] (*Андерсон Дж. 2002 кн-Когни_П*), количества нейронов в головном мозге. При этом хорошо известно, что человек в своем развитии овладевает естественным («человеческим») языком на самых ранних этапах жизни, в детстве. Если на раннем этапе жизни человек не овладел естественным языком, то это накладывает серьезный отпечаток на всю последующую жизнь индивида. Известны примеры того, как некоторые младенцы были лишены возможности человеческого общения, «воспитываясь» в среде животных. У таких детей в дальнейшем, даже в более взрослом возрасте многие интеллектуальные функции не развиваются и не восстанавливаются.

Поэтическая, или эстетическая, функция языка на первый взгляд не играет такой важной роли в жизни человека. Однако эта функция не позволяет человеку реализовать себя в эмоциональной сфере, в сфере чувств и настроений. С помощью этой функции люди имеют возможность получать и делиться с другими людьми положительными (и даже отрицательными) эмоциями, которые зафиксированы с помощью языка в поэтических, художественных и других произведениях. Например, так же как и в искусстве (живописи, музыке и т.п.), существуют различные стихотворные стили, различные стили художественного изложения текстов, различные способы речевого выражения. Известна фраза «словом можно убить», однако, словом можно и излечить (такие факты известны, в частности, из религии, где существуют «специальные» тексты молитв).

Настоящее учебное пособие посвящено рассмотрению основных закономерностей построения естественного языка, которые можно будет использовать в процессе создания так называемых естественно-языковых систем. Примеры таких систем рассмотрены в разделе 3. Разработчикам интеллектуальных систем известно, что для того чтобы «обучить» компьютерную систему естественному языку, необходимо этот язык, как и любую другую предметную область, формализовать, т.е. выявить основные закономерности языка и описать их каким-либо формальным способом. Специалисты в области лингвистики говорят о разработке формального семантического языка, который применяют для создания формальной модели языка. Эти вопросы рассматриваются в разд. 2. В данном разделе рассмотрим лишь несколько примеров, демонстрирующих особенности строения русского языка и некоторые его феномены.

Для человека владение языком означает [2] (*Апресян Ю.Д. 1995 сб1-Лекси_С*):

- способность выражать заданный смысл многими различными способами (синтез) – **говорение**;
- способность извлекать смысл из заданного предложения, а также распознавать синонимию внешне различных и омонимию внешне совпадающих предложений (анализ) – **понимание**;
- способность **отличать** правильные в языковом отношении предложения от неправильных.

Ниже приведен отрывок из стихотворения А. С. Пушкина:

*Ворон к ворону летит.
Ворон ворону кричит:
Ворон! Где б нам отобедать?*

В этом отрывке:

- **12 слов**, т.е. отдельных речевых употреблений слов;
- с точки зрения языка с его «нормой» здесь **9 словоформ**, так как мы отвлекаемся от отдельных экземпляров слов и считаем три экземпляра слова «ворон» (1, 5 и 8-е слова в отрывке) за одно слово, а два «ворону» (3-е и 6-е слова) – за другое слово;
- если не обращать внимания на грамматические словоизменения, то здесь **8 лексем**. В этом случае мы считаем две разные словоформы «ворон» и «ворону» за одно слово.

Выше говорилось о том, что основной функцией языка является информационная и что в речи существует огромное число отклонений от «нормы» языка. Это связано с тем, что язык

служит в первую очередь для передачи смысла. Однако признание ведущей роли смысла не означает, что свобода «речетворчества» безгранична [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*). Все-таки существуют определенные пределы, которые устанавливаются трудностями привязки речи к ситуации. В естественном языке существует большое количество примеров, когда нарушение «нормы» полностью искажает смысл. Так, приведенные ниже примеры выражают различный смысл, но отличаются друг от друга только морфологией и синтаксисом.

1. Морфологические различия:
 - десять команд;
 - команда десять;
 - команд десять.
2. Синтаксические различия:
 - Сколько заводов перевозили уголь?
 - Сколько заводы перевезли угля?

Основные выводы, которые можно сделать в результате рассмотрения данного примера, следующие:

- семантика текста определяется не только суммированием смысла его компонентов;
- анализа семантики недостаточно, нужно учитывать также особенности морфологии и синтаксиса.

1.3.2. Использование психолингвистики для реализации естественно-языкового интерфейса

Как указывалось выше, разработка естественно-языкового интерфейса требует использования результатов не только компьютерной лингвистики, но и других наук. Одной из наиболее близких к компьютерной лингвистике наук является **психолингвистика**. Многие направления психолингвистики имеют самое непосредственное отношение к проблемам разработки естественно-языкового интерфейса.

Психолингвистика возникла на стыке двух наук: психологии и лингвистики:

Психология + лингвистика = психолингвистика

Психологов в психолингвистике интересовали вопросы, касающиеся особенностей организации речи человека. Лингвистов же заинтересовали те разделы, которые тесно связаны с психологическими проблемами существования, развития, использования естественного языка, а также взаимного влияния мышления человека и языка. Официально психолингвистика появилась в середине 50-х гг. XX в. в США, где так стали называть всю совокупность проблем, которые встают перед людьми, овладевающими как родным, так и иностранными языками.

Рассмотрим кратко основные направления психолингвистики, которые описаны в [25] (*Поспелов Д.А.ред.1994слов-Инфор*).

Исследование внутренней речи. Под внутренней речью понимают процесс мышления человека, особенности организации которого давно интересуют исследователей. Большой вклад в понимание процесса мышления с позиций психолингвистики внес Н. И. Жинкин. В серии исследований, проведенных в 50-70-х гг. XX в., он доказал, что имеется принципиальное различие между процессом мысленного проговаривания (например чтением какого-либо стихотворения «про себя») и процессом внутренней речи, т.е. мышлением. Оказалось, что в процессе мышления человек использует не слова естественного языка, а какие-то другие смысловые элементы. Иными словами, в процессе мышления формируется не словесная структура, а какая-то иная. Когда мы вспоминаем что-то увиденное нами ранее или мысленно восстанавливаем какие-то события жизни, или обдумываем какие-либо планы и проекты, наша внутренняя речь (мышление) обходится

практически без речевых структур. И только потом, если возникает необходимость поделиться своими мыслями с другими людьми, человек вербализует свои мысли, т.е. облакает их в слова естественного языка.

С развитием вычислительной техники и информационных технологий, помимо психологов и лингвистов, этот феномен заинтересовал также специалистов в области искусственного интеллекта, занимающихся разработкой систем приобретения знаний (см. учебную дисциплину «Модели представления знаний, базы данных и системы управления базами данных (УчДисц8-МПЗ)»). Основной проблемой разработки таких систем явилось то, что оказалось очень непросто «заставить» эксперта «поделиться» своими знаниями с интеллектуальной системой, так как многие его знания носят неявный характер. В процессе создания баз знаний для интеллектуальных систем многие эксперты сталкивались с проблемой вербализации своих знаний.

Н. И. Жинкин считал, что процесс мышления опирается на специальные кодовые структуры, а сам этот код является основой функционирования больших полушарий головного мозга человека. Этот внутренний код Жинкин назвал универсально-предметным, сокращенно УПК. «Универсальным» – так как с его помощью можно «кодировать» любую информацию независимо от знаний языка. «Предметным» – потому что в нем непосредственно задействован конкретный образ-предмет (например, лицо определенного, известного человека) либо обобщенный образ (например, «мужское лицо», «яблоко вообще»). Жинкин считал, что образы в нашей памяти хранятся в виде иерархических структур, на нижнем уровне которых фиксируются предельно конкретные образы, а на верхних этажах хранятся обобщенные образы, связанные с понятиями. Между уровнями имеются связи, позволяющие переходить от конкретных образов к обобщенным, и наоборот. «Универсальный» в названии УПК подчеркивает наднациональный, не зависящий от специфики конкретного языка характер образов и связей между ними (схем).

Основным результатом исследований внутренней речи является доказанный факт того, что необходимо различать поверхностную структуру, образуемую словами (знаками языка) в речи, и глубинную структуру, связанную с УПК. Если, например, человек говорит о ливне, то образ, связанный с этим видом дождя, у всех людей, наблюдавших его, задается глубинной структурой, а поверхностная структура может фиксировать это явление различным специфическим для данного языка образом (см. также рис. 1.18):

Характеристики знаков	Основной знак	Дополнительные знаки и образы, использованные в процессе вербализации
Знак (слово)	Ливень	
Образ (глубинная структура)		
Вербализация на русском языке	«Дождь льет как из ведра»	ведро
Вербализация на английском языке	«It's raining cats and dogs»	cats – коты , dogs – собаки
Вербализация на немецком языке	«Es regnet (girst) in Stromen»	Stromen – поток

Приведенные в таблице фразы в лингвистике называют устойчивыми (фразеологическими, идиоматическими) сочетаниями. Обработка таких сочетаний слов представляет собой сложную проблему в процессе автоматической обработки текстов. Поэтому им уделяют особое внимание. Разрабатываются специальные фразеологические словари.

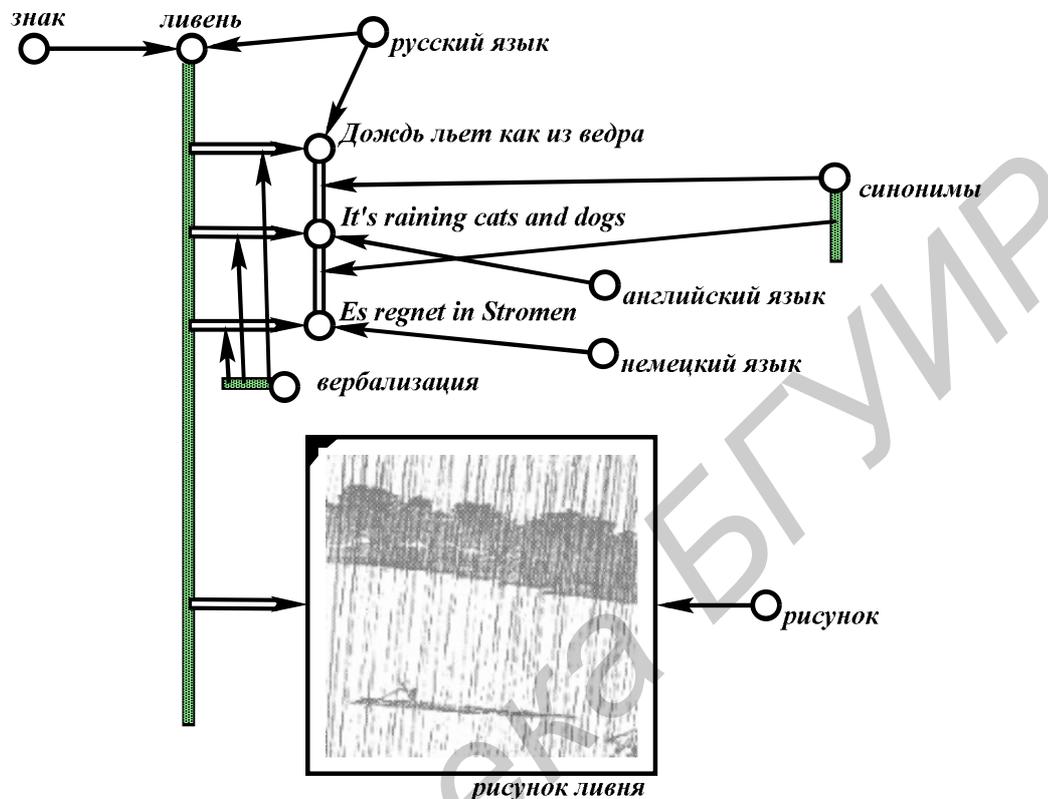


Рис. 1.18. Вербализации понятия «ливень» на различных языках

Из данного примера видно, что при переводе поверхностных описаний с одного языка на другой важны не образы ведра, кошек и собак или потока, использованные в разных языках, а тот общий глубинный образ ливня, который скрывается за этими внешне различными описаниями. Приведенный выше пример показывает одну очень важную особенность связи поверхностных и глубинных описаний. Схема, определяющая глубинное описание, активизируется в памяти человека лишь тогда, когда «созревает» определенная ситуация. Поверхностные образы ведра, кошек, собак и потока в других ситуациях (других контекстах) будут активизировать другие глубинные описания (схемы УПК). Так будет, например, при восприятии и понимании других словесных поверхностных описаний, например: «собаки не любят кошек», «селевой поток нанес большой ущерб», «в сельмаге продаются оцинкованные ведра».

Описанное выше означает, что понимание текста, его порождение происходят не поэлементно (не пословно), а через специфический механизм, обеспечивающий схватывание общего смысла текста. Такой целостный образ, возникающий в нашем сознании, психологи называют **гештальтом**. Это позволяет человеку понимать речь «с полуслова» и предвосхищать то, что еще не сказано или не написано.

При разработке естественно-языковых интерфейсов проблема понимания встает на одно из первых мест. Однако до настоящего времени у исследователей недостаточно информации о том, как и почему человек использует те или иные словесные и синтаксические конструкции в различных ситуациях.

Проблема речевого онтогенеза. В рамках этой проблемы исследуется комплекс вопросов зарождения и развития речевой способности человека. Исследование данной проблемы

осуществляется в основном путем анализа случаев патологий, связанных с утратой или нарушением речи (врожденная слепо-, глухонмота, потеря способности к восприятию и воспроизведению речи в результате заболеваний), частичной афазией (невозможность говорить при понимании речи или наоборот). Первые результаты исследований показали, что начальный этап овладения речью (крик, гудение, младенческий лепет) сохраняется при всех последующих отклонениях от нормы. Любопытно, что речевые патологии не мешают человеку сохранять способность к интеллектуальной и творческой деятельности.

К сожалению, полностью описать процесс развития речевой способности человека исследователям пока не удалось. Основное их внимание нацелено на наблюдение за детьми, которые осваивают естественный язык без использования каких-либо формальных правил. Происходит процесс обучения на примерах благодаря наличию в головном мозге человека неких скрытых механизмов развития и обучения (которые более глубоко рассматриваются когнитивной психологией).

Пока известно лишь то, что в процесс овладения языком входят механизмы формирования видовых понятий из «предпонятий», представляющих собой наблюдаемые в реальном мире совокупности однотипных объектов (конкретных персонифицированных собак, предметов домашнего обихода в квартире или доме, где живет ребенок, и т.п.). Появление видового понятия считается первым шагом в овладении языком, так как он требует уже называния предпонятия. Так появляются слова «стол» (вообще, а не тот конкретный стол, который стоит в столовой), «собака» (вообще, а не живущий дома пес) и т.п. Выяснилось также, что переход от видовых понятий к родовым вообще невозможен без владения языком. Например, для понятий «млекопитающее» или «живой организм» невозможно поставить в соответствие никаких конкретных образов. Есть лишь определенная логическая конструкция (взаимосвязь понятий), полученная путем рассуждения, а не наблюдения. Такой уровень абстракции невозможен без того, что называют функциональным базисом речи. Например, понятие «цвет» (и само слово «цвет») может сформироваться только после того, как сформированы и усвоены понятия (и соответствующие им слова) «красный», «зеленый» и другие, фиксирующие различимые цветовые оттенки.

Компьютерная система, способная различать слова «красный» и «зеленый» и переводить эти слова на другие языки, показывать связь этих слов с другими словами, не различает самого цвета. В отличие от компьютера и младенец, и дельфин, и шимпанзе распознают именно цвета, даже порой не зная их языковых эквивалентов. Это означает, что у человека, как и у высших животных, есть обобщающий образ данных оттенков цвета в их УПК. Но для УПК человека на некотором этапе развития появляется связь «образ – слово», и связи такого рода с течением времени непрерывно количественно увеличиваются и усложняются.

Для области разработки естественно-языковых интерфейсов результаты исследований проблемы речевого онтогенеза могут оказаться полезными в случае создания обучающихся систем, т.е. таких систем, которые в процессе эволюции могут сами пополнять свои знания о языке, а также «изучать» другие естественные языки подобно человеку.

Сопоставление онтогенеза человека и высших животных в овладении языком. Это направление связано со сравнительным анализом способностей к овладению языком и речью человека и высших животных. Считается, что у высших животных этот этап также присутствует, но он значительно обеднен. Опыты обучения обезьян естественному языку показали, что они могут овладеть элементами языка, но у них с точки зрения возможностей человека резко ограничено число «заместителей» (символов или сигналов, включая словесные команды) и столь же резко ограничена достижимая сложность устанавливаемых связей. В результате проведенных опытов оказалось, что обезьяна может усвоить ограниченное число слов-команд, которые однозначно ставятся в соответствие столь же ограниченному количеству реакций на эти команды.

Нейролингвистика. В рамках этого направления психоллингвистики изучаются процессы порождения и понимания речи и письменных текстов с учетом функций участков головного мозга человека. В частности, ученые пытались выяснить, какие участки мозга ответственны за правильное синтаксическое построение фраз и текстов, какие – за лексическое

наполнение грамматических конструкций, за семантику создаваемых и воспринимаемых текстов.

Одним из близких данному направлению является активно развивающаяся в настоящее время прикладная психологическая дисциплина, называемая **нейролингвистическим программированием**. Целью указанной дисциплины является выработка и применение на практике комплекса поведенческих и лингвистических мер, направленных либо на саморазвитие личности, либо на активизацию влияния человека на других людей. Сфера применения нейролингвистического программирования обширна: от бизнеса до обучающих технологий. В частности, применяется нейролингвистическое программирование и для создания диалоговых систем [22] (*Толкачев С. Ф. 206кн-Нейро_П_Д_С*).

Психолингвистическая мотивация языкового знака. Данное направление изучает слова естественного языка, которые обозначают различные явления, действия и т.п., имеющие при их произношении человеком «особое» звучание. Любое слово языка что-либо обозначает. Поэтому слова принято называть знаками. «Знак считается мотивированным, если его звуковая форма в какой-то мере соответствует тому, что обозначает этот знак» [25] (*Поспелов Д. А. ред. 1994 слов-Инфор*). В качестве примеров можно привести такие знаки-слова, как «чихать», «хрюкать», «свистеть», «шуршать» и др. Особое внимание исследователей привлекают такие слова как «ку-ка-ре-ку», «гав-гав», «мяу-мяу» и т.д., которые в различных языках в силу их национальных особенностей произносятся по-разному. Исследователи выяснили, что мотивированных знаков-слов в развитых естественных языках относительно немного – порядка нескольких тысяч. А вот в языках, стоящих на уровне племенных, или в языках малых народов таких слов намного больше. Ученые считают, что это проливает свет на процесс возникновения человеческих языков.

В психолингвистике существует также специальное направление – **фоносемантика**. В рамках данного направления исследуются вопросы о соответствии смысла текста его звуковой форме с учетом ритмического рисунка текста и его тембровой окраски.

Для практической реализации естественно-языковых интерфейсов результаты рассмотренных направлений могут быть полезны в речевом аспекте, т.е. в так называемых речевых системах (см. учебную дисциплину «Речевой интерфейс» (*УчДисц20-РИ*)).

Невербальные компоненты коммуникации. Процесс общения людей, помимо слов языка, включает в себя также и массу жестов, мимических компонентов, специальных поз и т.п. Эти невербальные компоненты взаимодействуют с вербальной (словесной) частью высказываний. В различных ситуациях они могут полностью заменять слова: кивок как знак согласия, указательный жест, жест нетерпения и т.п. В других случаях, наоборот, требуется совместное использование слов, жестов и мимики. К невербальным компонентам относятся также фрагменты той ситуации, в которой осуществляется коммуникация, например, выражение лица собеседника, его одежда. Эти фрагменты ситуации включаются человеком в процесс общения сознательно или бессознательно.

В компьютерных системах невербальные компоненты коммуникации могут гармонично дополнять естественно-языковой интерфейс. Их можно реализовать с использованием средств компьютерной и когнитивной графики (см. учебную дисциплину «Графический интерфейс интеллектуальных систем и когнитивная графика» (*УчДисц18-ГрафИнтерф*)).

1.4. Язык как система

Исследователи естественного языка утверждают, что язык является системой. Благодаря такому подходу появляется возможность исследования языка в более формализованном виде, опираясь на основные положения теории систем.

Упражнение: вспомните или найдите в соответствующей литературе определения **системы**.

Одним из наиболее распространенных подходов к рассмотрению языка как системы является **семиотический подход**.

Семиотика является наукой, исследующей свойства **знаков и знаковых систем**. Так как основной единицей языка является знак, то становится очевидной возможность рассмотрения языка как семиотической системы. Семиотика как наука о системах определенного класса, таким образом, тесно связана с лингвистикой – наукой, изучающей знаковую систему «язык» [28] (*Соломоник А.1995кн-Семио_и_Л*).

Семиотическая проблематика рассматривается в трех основных аспектах, которым соответствуют следующие разделы семиотики:

- синтактика;
- семантика;
- прагматика.

Определение 1.30. Синтактика изучает структурные аспекты сочетаний знаков данной системы, правила их образования и преобразования безотносительно к их значениям и функциям [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Определение 1.31. Семантика рассматривает знаковые системы как средства выражения смысла, занимается установлением зависимости между структурой знакосочетаний и их выразительными возможностями, изучает интерпретации знаков, знакосочетаний и совокупностей знакосочетаний, образующих осмысленные тексты [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Определение 1.32. Прагматика изучает отношение воспринимающего знаковую систему (интерпретатора или адресата) к самой знаковой системе. Прагматика изучает восприятие осмысленных выражений знаковой системы в соответствии с разрешающими способностями воспринимающего. Можно сказать, что прагматика определяет, каким образом воспринимающая система на основании информации, не заложенной в воспринимаемом выражении, выбирает из множества интерпретаций наиболее подходящую для данного случая [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Центральным понятием семиотики является «**знак**». Знаками обозначают предметы, объекты, процессы, явления реального мира. Для обозначения и исследования отношений между знаками рассматриваются **знаковые системы**.

Для лучшего усвоения понятия «**знак**» рассмотрим **пример** [25] (*Поспелов Д.А.ред.1994слов-Инфор*).

У некоторой подпольной организации была явка для встреч – тайная квартира в городе. Прежде чем войти в квартиру, связной должен посмотреть на окно:

- Если на окне стоит цветок определенного вида, то путь свободен.
- Если стоит цветок другой, то в квартире никого нет, отсутствует цветок – явка провалена.

Роль **знака** в описанной ситуации играет *цветок*. При этом:

- Вид цветка (или факт его отсутствия) есть **синтаксис** этого знака, тот способ, которым знак выражен в действительности.
- **Семантика** знака описана выше.
- **Прагматика** заключается в следующем:
 - либо в квартиру можно войти без всякого опасения;
 - либо следует прийти позже;
 - либо немедленно уйти и сообщить членам организации о провале явки.

Следует отметить, что семиотические системы имеют ряд отличий от формальных:

- Можно сохранить семантику и прагматику знака, о котором идет речь, но полностью сменить его синтаксис. Можно договориться, например, что сигналом о безопасности

явки являются поднятые жалюзи, сигналом отсутствия хозяев – опущенные жалюзи, а сигналом провала служит выставленная на подоконник банка с вареньем.

- Так же легко сменить семантику знака, сохраняя его синтаксис и прагматику. Например, использовать его не для передачи информации о состоянии явки, а для организации любовного свидания.
- Можно сохранить синтаксис и семантику знака, но изменить его прагматику (например, если подпольщики готовы разгромить засаду, оставленную на явке).
- Договоренность всех составляющих знака делает знаковые системы чрезвычайно гибкими, способными обеспечить любые потребности пользователей таких систем. В этом состоит основное отличие знаковых (семиотических) систем от строгих формальных систем, лежащих в основе логики и вообще математики.

Семиотический подход применим к различным предметным областям. Например, для области программирования можно следующим образом рассмотреть знак-программу. Программа, написанная на некотором языке программирования для вычислительной машины, с точки зрения семиотики:

- Способ написания программы, рассматриваемой как знак, на том или ином языке есть ее **синтаксис**.
- **Семантика** программы есть ее смысловое содержание: какую именно задачу призвана решать данная программа и какое содержание заключено в каждой ее строке.
- **Прагматика** реализуется процессом ее выполнения на компьютере, что обеспечивается конструкцией компьютера.

Теория знаковых систем позволяет установить аналогии в функционировании различных систем как естественного, так и искусственного происхождения. Ее результаты используются в компьютерной лингвистике, когнитивной психологии, искусственном интеллекте и других науках.

Определим **знак** более строго. Существует несколько различных определений знака.

Определение 1.33. **Знак** – это материальный, чувственно воспринимаемый предмет, выступающий в познании и общении людей в качестве представителя некоторого предмета или предметов и используемый для приобретения, хранения, преобразования и передачи сообщений (информации, знаний) или компонентов сообщений какого-либо рода. Предметом обозначения могут быть вещи, свойства, объекты, отношения объектов в реальном мире, действия и процессы, психологические явления и абстрактные объекты науки, символы других знаковых систем [33] (*Языко_С-1990нос*).

В процессе определения знака рассматривается отношение между знаком (знаковым выражением) и его интерпретацией.

«Основное для семантики отношение между знаковым выражением и его интерпретацией при детальном анализе оказывается не бинарным, а тернарным, поскольку само понятие интерпретации расслаивается на экстенциональный и интенциональный уровни» [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Определение 1.34. **Знак** характеризуется, с одной стороны, *обозначаемым им предметом* (называемым в зависимости от выбранной терминологии **денотатом**, **референтом** или **обозначаемым**), а с другой – *свойствами денотата* (называемыми **концептом**, **смыслом** или **десигнатом**), выражаемого этим знаком, т.е. тем *понятием о денотате*, которое несет данный знак [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Определение 1.35. **Денотат** – это отражение предмета внешнего мира. Выбор денотата определяется конкретной знаковой ситуацией, т.е. зависит от контекста [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Определение 1.36. **Концепт** – это понятие о предмете, т.е. информация, которую знак несет о возможных денотатах, об их положении в системе реалий, их месте в универсуме.

Это не вся информация о денотате, а только та ее часть, которая отражается данным знаком [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ).

Концепт постоянно, вне зависимости от контекста, присущ знаку. Он определяется местом знака в некоторой знаковой системе. Следует понимать, что независимость концепта от контекста не означает, что он описывает одни и те же денотаты в разных универсумах. Отношение знака (S) к своему денотату (D) и концепту (C) может быть выражено в виде треугольника Фреге, т.е. треугольника, вершинами которого соответствуют S, D и C [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ) (рис. 1.19).

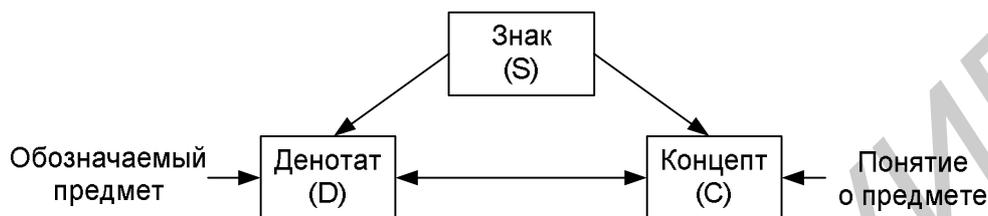


Рис. 1.19. Треугольник Фреге, определяющий понятия «знак»

В качестве примера рассмотрим знак «стол». Его денотатом является некоторый стол, имеющийся в виду в данной знаковой ситуации, а концептом – понятие о столе как классе предметов, имеющих, например, горизонтальную поверхность и используемых в процессе еды или работы и т.п. [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ) (рис. 1.20).

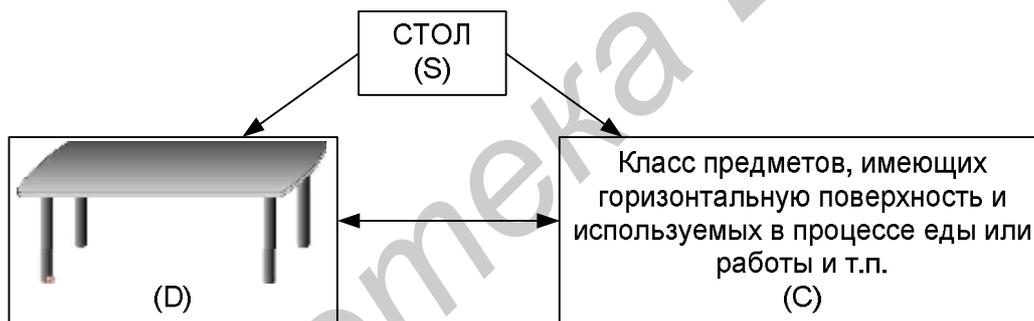


Рис. 1.20. Знак «стол»

Связь денотата с концептом существует объективно в отрыве от знака. Знак является лишь коммуникативным средством, позволяющим передавать информацию об этой связи [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ).

Упражнение: приведите примеры знаков и опишите их с использованием треугольника Фреге.

Иногда в состав знака включается также **коннотат**, т.е. комплекс чувственно-оценочных, в том числе и эстетических оттенков значения.

Определение 1.37. Будем называть **знаковой системой** четверку (S, U, K, I) [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ), где

- S – множество знаков;
- U – универсум, т. е. множество денотатов;
- K – система знаний, т.е. множество понятий, в которых описываются концепты и их взаимоотношения;
- I – интерпретации, соотносящие знаку его денотат или концепт.

Любой естественный язык является знаковой системой. Для естественного языка:

- S – это множество словоформ языка.

- Множество денотатов D – это множество сущностей, которые существуют в моделируемом мире (например, для кадровой системы множество конкретных людей, работающих на каком-либо предприятии).
- Множество концептов C – это множество лексических значений слов языка.

Например, система знаний для компьютерной системы учета кадров может включать [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- понятия (человек, зарплата, должность, фамилия, имя, отчество, возраст, пол, год рождения и т.д.);
- отношения (больше, меньше, быть мужчиной, быть женщиной и т.д.);
- функции (суммировать, перечислять и т.д.).

Бинарные отношения между знаком, денотатом и концептом не только не взаимно однозначны, но и не однозначны (из этого следует невозможность сведения их к одному бинарному отношению) [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ). Исходя из неоднозначности указанных отношений, можно рассмотреть различные «особые» виды знаков.

Определение 1.37. Знак называется **омонимом** (омонимичным знаком), если он может обозначать разные концепты [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ), рис. 1.21.

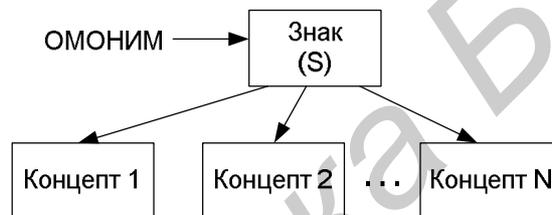


Рис. 1.21. Омонимичный знак

Примером омонима является слово «ядро». Оно обозначает:

- 1) в артиллерии – шаровой снаряд;
- 2) в спорте – чугунный шар для упражнений в метании;
- 3) в биологии – составную часть животной и растительной клетки;
- 4) в физике – атомное ядро;
- 5) ядро ореха и т.д.

Выше указывалось, что слово «язык» является омонимом.

Определение 1.38. Одним из видов омонимии является **полисемия** – пучок родственных концептов, выражаемых общим словом. Например, слово «ключ» имеет равные смыслы (ключ от двери, нотный ключ, ключ к шифру). Все эти смыслы имеют нечто общее – способ открывания, проникновения.

В лингвистике выделяют различные виды омонимов. Рассмотрим их, опираясь на определения, данные в справочнике по русскому языку [4] (Русск_Я-1984спр).

Определение 1.39. Грамматические (морфологические) омонимы называют **омоформами**. Например:

- Слово «стол» имеет одну и ту же форму в именительном и винительном падежах.
- Слово «территория» имеет одну форму («территории») в именительном и винительном падежах множественного числа, а также в родительном, дательном и предложном падежах единственного числа.

Определение 1.40. Многие лингвисты говорят о так называемых **характерных** (синтаксических) **омонимах**, которые возникают в тех случаях, когда слово может иметь (в зависимости от контекста) разные грамматические категории. Например:

- «прозрачное **стекло**» – «варенье **стекло** с булки»;
- «**рабочий район**» – «**рабочий** курит».

Синтаксическая омонимия возникает не только на уровне слов, но и на уровне фраз. Например:

- Я дал ему *прикурить*. (Метафора или буквальное действие?)
- *Приглашение* писателя. (Писатель пригласил или писателя пригласили?)
- Мастер начал *печь*. (Строить *печь* или *печь* пироги? В данном случае контекст не определяет однозначное значение омонима «печь».)
- *Косой* заяц косил траву. (Словосочетание «косой заяц» или «косил косой», т.е. сельскохозяйственным инструментом?)

Определение 1.41. Фонетические омонимы называются **омофонами**. Это слова, которые одинаково звучат, но по-разному пишутся. Например:

- *компания* – *кампания*;
- *пруд* – *прут*;
- *луг* – *лук*;
- *груздь* – *грусть*.

Определение 1.42. **Омографы** – это графические омонимы. Это слова, которые одинаково пишутся, но по-разному звучат. Например:

- *а'тлас* (географический) – *атла'с* (ткань);
- *за'мок* (дворец) – *замо'к* (на двери);
- *у'же* – *уже'*.

Определение 1.43. Существуют также **межъязыковые омонимы**, т.е. слова, которые одинаково звучат в разных языках, но имеют разные значения. Например:

- *Люстра* (русск.) – *люстра* (бел.), т.е. «зеркало».
- *Повинен* (русск. - виновен) – *павінен* (бел. – должен, обязан).

Упражнение: приведите самостоятельно примеры омоформ, синтаксических омонимов, омофонов, омографов, межъязыковых омонимов.

Родственными омонимам являются также паронимы.

Определение 1.44. **Паронимы** – это пары однокоренных слов, имеющих сходство в звучании, но различающихся по значению. Например:

- *невежа* – *невежда*;
- *дождевой* – *дождливый*;
- *экономический* – *экономичный* – *экономный*.

Проблема омонимии является одной из сложнейших проблем естественного языка, затрудняющих автоматическую обработку текстов. Многие филологи проводят специальные исследования омонимии, пытаясь строго классифицировать омонимы и выявить закономерности их проявления в языке [10] (*Головня А.И. 2007 мон-Омони_К*).

Положительной чертой омонимии является возможность экономии, т.е. для обозначения различных явлений, объектов, ситуаций и т.п. можно использовать небольшое количество знаков.

В искусственных языках разработчики в большинстве случаев не допускают омонимии. Если же омонимия допускается, то эти случаи специальным образом оговариваются и обрабатываются по заранее определенным правилам. Как правило, эти случаи наиболее близки явлению полисемии.

Определение 1.45. Синонимией называется случай, когда один и тот же денотат имеет разные знаки [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ), рис. 1.22.

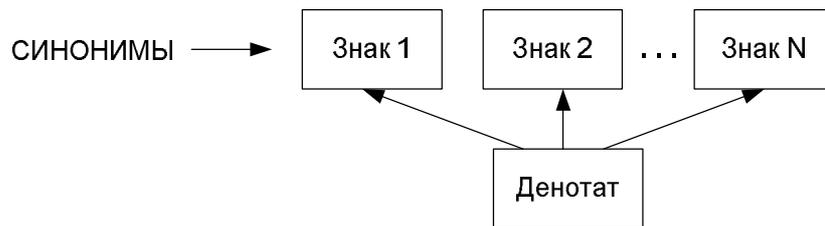


Рис. 1.22. Синонимы

Если разные знаки имеют один концепт, то говорят об **абсолютной синонимии**.

Примером синонимов являются H_2O и «вода». У этих знаков общий денотат, но концепт у них различен, так как H_2O означает только вещество, а слово «вода» – еще и саму жидкость, химический состав которой может допускать примеси, отличные от H_2O [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ).

Строго говоря, абсолютной синонимии не существует, поскольку для несовпадающих знаков их значения в автономном употреблении (см. ниже) различны. Однако обычно в определенных предметных областях (исключая автономию) можно выделить абсолютные синонимы. Например, мы можем считать таковыми слова «забияка» и «задира», «выпускать» и «производить» [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ).

По аналогии с омонимами выделяются различные типы синонимов.

Упражнение: используя любой справочник по русскому языку, составьте типологию синонимов.

Рассмотрим на примере явление **автономии**. Во фразах «Синтез состоит из шести букв» и «Стол – имя существительное мужского рода» выделенные курсивом слова употреблены **автономно**. Они здесь не обозначают понятия, которые им поставлены в соответствие, например в толковом словаре русского языка. В этих текстах эти слова обозначают только сами себя (т.е. сами слова, а не соответствующие им концепты и денотаты). Типичный пример автономного употребления знака – это дескрипторы или ключевые слова, использованные при индексировании документов [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ).

В заключение рассмотрения явлений омонимии и синонимии отметим, что омонимия и синонимия не являются дефектами естественных языков. Как указывалось выше, за счет омонимии удается использовать ограниченное количество знаков для обозначения огромного разнообразия реальных объектов и понятий. Синонимия же позволяет разносторонне характеризовать денотат знаками и осуществлять содержательные преобразования знаков [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ).

Выше был кратко рассмотрен семиотический подход к изучению языка.

Существуют также и другие системные подходы к изучению и строгому описанию естественного языка. Например, В. А. Карпов в своей книге «Язык как система» [15] (Карпов В.А.1992кн-Язык_к_С) использует элементы общей теории систем Ю. А. Урманцева [31, 32] (Урманцев Ю.А.1974кн-Симме_П; Урманцев Ю.А.1988кн-Эволю). Благодаря этому универсальному подходу ему и его ученикам удалось систематизировать многие явления естественного языка, сопоставить их с явлениями из других предметных областей, таких, как химия, физика и др. В результате автор приходит к выводу, что естественный язык, как и любое другое естественное явление окружающей действительности, построен, функционирует и развивается по единым универсальным законам.

1.5. Задачи реализации процесса общения

В заключение рассмотрения понятий «общение», «диалог», «язык» следует перечислить задачи, которые возникают в связи с реализацией процесса общения на компьютере:

1. Системная инвентаризация естественного языка.
2. Разработка формальных моделей общения на естественном языке.
3. Разработка модели (формального метаописания) естественного языка.
4. Построение модели участника общения.
5. Построение практических (прикладных) систем.

Системная инвентаризация естественного языка заключается в детальном рассмотрении всех уровней языка и в составлении соответствующих словарей, структур, выявлении правил использования элементов языка, разработке алгоритмов анализа и синтеза текстов естественного языка. В частности, многими специалистами в области изучения естественного языка (лингвистике) осуществляются совместные работы по сбору статистических сведений о языке на основе различных текстов [www.ruscorpora.ru]. Очевидно, что применение вычислительной техники значительно облегчает работу в данном направлении. В частности, создаются машинные фонды языков [21] (*Маши_Ф_Р_Я1986кн*).

В области **разработки формальных моделей общения** на естественном языке по-прежнему осталось много нерешенных вопросов. В данном разделе была рассмотрена малая часть того, что в настоящее время известно о процессе общения. Остаются открытыми, в частности, следующие вопросы:

- Как человек строит предложения? Почему он выбирает именно такие структуры в каждом отдельном случае?
- Каким образом обеспечивается взаимосвязь предложений в связном тексте?
- Почему существует такая разница между письменной и устной формами общения и каким образом осуществляется переход из одной формы в другую?
- Какие механизмы позволяют языку изменяться?

И многие другие.

В рамках компьютерной и прикладной лингвистики разработка **модели естественного языка** заключается в формальном описании всех уровней языка на некотором метаязыке. Таким метаязыком, в частности, может являться ограниченный естественный язык, который лингвисты называют формальным семантическим языком (см. разд. 2), либо язык представления знаний. В случае использования языка представления знаний разработчик естественно-языкового интерфейса создает соответствующую **базу знаний** (БЗ), которая состоит из компонентов, соответствующих отдельным разделам лингвистики (см. разд. 2).

Задача **построения модели участника общения** сводится к детальному рассмотрению основных характеристик каждого из участников общения в системе «человек – компьютер». Как указывалось выше, в составе модели общения присутствует как модель системы, так и модель пользователя. Обе эти модели могут иметь общие черты, но имеют и различия. В частности, в модели пользователя может быть учтена информация о его психофизическом состоянии, поле, возрасте, уровне образования, области знаний и многие другие сведения, которые характеризуют человека как личность и отличают его от всех остальных людей. Учет указанных характеристик может позволить существенным образом расширить возможности системы общения, сделать ее более гибкой и адаптивной к особенностям каждого пользователя. Наиболее полно проблема создания модели пользователя рассматривается в интеллектуальных обучающих системах [9] (*Голенков В.В..2001мон-Интел_О_С*).

С другой стороны, в рамках модели системы стоит учесть те характеристики, которые могут способствовать более рациональному общению с пользователем. Например, система должна «знать», что она «знает» и как сообщить о своих знаниях пользователю.

Решение рассмотренных выше задач бессмысленно без применения полученных результатов в прикладных системах различного назначения, пользователями которых является широкий круг людей. Очевидно, что обеспечение естественно-языкового взаимодействия с системой может существенным образом облегчить процесс освоения интерфейса прикладной системы и тем самым расширить круг пользователей путем привлечения людей, относящихся к категории менее квалифицированных и менее подготовленных. Это дает основания предполагать, что появление систем с естественно-языковым интерфейсом может способствовать более быстрому и «безболезненному» внедрению вычислительной техники в различные сферы деятельности человека. К сожалению, в настоящее время интерфейс многих прикладных систем зачастую искусственным образом навязывается пользователям как «интуитивно понятный». В реальных же ситуациях по-прежнему сохраняется необходимость специальной подготовки пользователя к работе с практически любой компьютерной системой. И для окончательного решения этого противоречия требуется приложить еще немало усилий специалистов в различных предметных областях.

Следует также отметить, что текущее состояние проблемы разработки интерфейсов прикладных систем требует также пересмотра структуры самих этих интерфейсов, так как в настоящее время существуют определенные традиции, становящиеся стандартами де-факто. В частности, большинство интерфейсов основано на стандартном графическом интерфейсе операционной системы Microsoft Windows. Более того, многие системы программирования предоставляют разработчикам широкие возможности по быстрому созданию таких интерфейсов. Это устраивает разработчиков прикладных систем, но далеко не всегда – пользователей этих систем. Для того чтобы прикладные системы с естественно-языковым интерфейсом получили более широкое распространение, требуется приложить немало усилий к разработке технологии и всех необходимых «стандартных» инструментов создания систем естественно-языкового общения.

Естественно-языковой интерфейс интеллектуальной системы (ИС), таким образом, является подсистемой ИС, построенной по тем же принципам, что и вся система. Исходя из этого будем рассматривать далее особенности построения **базы знаний естественно-языкового интерфейса**. Эта база знаний включает компоненты, соответствующие рассмотренной выше модели общения.

1.6. Вопросы и задания

1. Разработайте тезаурус (иерархическую структуру) понятий, рассмотренных в данном разделе. Представьте эту структуру в виде семантической сети на языке SC.
2. Сформулируйте определения понятий «общение», «диалог», «язык». Объясните взаимосвязь этих понятий.
3. Перечислите основные компоненты модели общения.
4. Перечислите правила и способы общения и поставьте им в соответствие примеры реализации диалога человека и компьютерной системы.
5. Сформулируйте определение диалоговой системы. Перечислите основные компоненты диалоговой системы. Приведите примеры проблем, возникающих в процессе реализации естественно-языкового диалога человека и компьютерной системы.
6. Перечислите и охарактеризуйте основные методы моделирования диалога.
7. Дайте определение понятию «язык». Представьте это определение в виде формальной модели на языке представления знаний.
8. Дайте определение понятиям «слово», «словоформа», «лексема». Приведите примеры.
9. Перечислите функции языка и прокомментируйте их.

10. К какому типу языков относятся языки программирования и языки представления знаний? Сравните эти два класса языков и укажите сходство и различие. Аналогично сравните эти языки с естественным языком.
11. Сформулируйте определение психолингвистики. Объясните связь психолингвистики с проблематикой разработки естественно-языковых интерфейсов.
12. Перечислите основные понятия семиотики и дайте их определения.
13. Объясните на примере понятие «знак».
14. Сформулируйте определение знаковой системы. Приведите примеры знаковых систем и обоснуйте эти примеры.
15. Сформулируйте определение омонимии. Перечислите основные виды омонимии в естественном языке. Приведите примеры.
16. Сформулируйте определение синонимии. Перечислите основные виды синонимии в естественном языке. Приведите примеры.
17. Являются ли омонимия и синонимия аномалиями языка? Перечислите достоинства и недостатки омонимии и синонимии в естественном языке.
18. Приведите примеры омонимии и синонимии в других предметных областях, отличных от естественного языка.
19. Перечислите задачи реализации процесса общения на естественном языке.
20. Постройте самостоятельно структуру естественно-языкового интерфейса.
21. Постройте самостоятельно структуру базы знаний естественно-языкового интерфейса.

2. Основы лингвистики. Лингвистическая база знаний естественно-языкового интерфейса

Одной из важнейших составных частей базы знаний естественно-языкового интерфейса является база знаний о языке общения [6] (*Белоногов Г.Г..1983кн-Язык_С*). Будем называть эту базу знаний **лингвистической**.

Лингвистика – это наука, изучающая естественный язык, его строение и закономерности использования человеком в процессе общения.

Специалисты в области лингвистики утверждают, что естественный язык представляет собой некую иерархическую организацию, в которой единицы каждого уровня складываются из единиц более низкого уровня. При этом переход от одного уровня к другому осуществляется в соответствии с определенными правилами. Конкретные разделы лингвистики изучают разные уровни этой иерархии и взаимодействия этих уровней между собой (<http://www.krugosvet.ru>).

Среди лингвистов не существует единого мнения о том, как именно следует представлять структуру языка. Язык представляет собой комплексную систему, организованную таким образом, что, овладев некоторым обозримым множеством элементов и правилами их сочетания, человек приобретает способность производить и понимать неограниченное количество конкретных сообщений. Именно эта гибкость обеспечивает языку то исключительное положение, которое он занимает среди других средств общения (<http://www.krugosvet.ru>).

В данном разделе рассмотрены основные компоненты формальной модели русского языка, на основе которых строится база знаний естественно-языкового интерфейса интеллектуальной системы. Приведены также фрагменты лингвистической базы знаний, представленной на универсальном семантическом языке представления знаний Semantic Code (SC) [27] (*Семан_М-2004уч-Голенков В.В..*).

2.1. Введение в лингвистику. Анализ и синтез естественно-языковых текстов

Ниже рассматриваются основные понятия лингвистики, а также приводятся примеры формального описания компонентов структуры языка с целью автоматического анализа и синтеза естественно-языковых конструкций в процессе взаимодействия человека и компьютерной системы.

2.1.1. Основные понятия и определения

Так как естественный язык имеет сложную иерархическую структуру, то в лингвистике были выделены основные разделы, изучающие отдельные иерархические компоненты структуры языка.

Основными разделами лингвистики являются:

- лексикология;
- фонетика (фонология);
- морфология;
- синтаксис;
- семантика;
- прагматика.

Рассмотрим кратко каждый из указанных разделов лингвистики.

Основной значимой единицей языка является **слово**. Совокупность всех слов языка составляет его **лексику**.

Определение 2.1. Раздел науки о языке, изучающий словарный состав языка, называется **лексикологией**. В лексикологии изучаются самостоятельные слова с точки зрения их лексического значения, употребления и происхождения.

Слова в языке служат для обозначения конкретных предметов, признаков предметов, действий, признаков действий, количества. То, что обозначает отдельное самостоятельное слово, является его **лексическим значением**. Например, есть предмет *мост* и есть слово «*мост*», обозначающее этот предмет. Лексическое значение слова «*мост*» следующее: «*сооружение для перехода, переезда через реку, овраг, железнодорожный путь*».

Определение 2.2. Фонетика – раздел науки о языке, изучающий звуковой состав речи. **Фонология** изучает элементарные звуки языка и их комбинации (<http://www.krugosvet.ru>).

Звуки речи называются **фонемами**. Разные языки имеют разный фонетический состав.

Определение 2.3. Морфология – это раздел лингвистики, который изучает слово как часть речи, а также морфемный состав слова. Морфология – это учение о морфемах языка и их сочетаемости (<http://www.krugosvet.ru>).

Части речи были выделены лингвистами с целью классификации лексического состава языка. Было замечено, что разные слова выполняют различные функции в процессе общения, а отдельные группы слов обладают некоторыми общими чертами. Такие группы слов были названы **частями речи**. В средней школе изучается 10 частей речи. Для более детального анализа некоторые лингвисты выделяют также дополнительные части речи.

Часть речи характеризуют [4] (*Русск_Я-1984спр*):

- 1) общее значение;
- 2) морфологические признаки (или грамматические значения). Морфологические признаки делятся на постоянные и непостоянные;
- 3) синтаксическая роль, т.е. роль, которую данная часть речи может выполнять в предложении.

Помимо частей речи исследователей привлек тот факт, что слова состоят из отдельных частей, которые в зависимости от ситуации вносят различные оттенки в значение слова, влияют на сочетаемость слов. Такие части слов называются **морфемами**, или **морфами**.

Определение 2.4. Морфемой называется минимальная единица языка, в которой за определенным экспонентом закреплена то или иное содержание (смысл, значение) и которая неделима на более простые единицы, обладающие тем же свойством [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Морфемы изучаются подразделом морфологии, который называется **морфемикой**.

Более подробно основные положения морфологии и ее применения для анализа естественно-языковых текстов будут рассмотрены в подразд. 2.2.

Определение 2.5. Синтаксис – это раздел науки о языке, изучающий словосочетание и предложение.

Синтаксис изучает формирование словосочетаний (синтаксических групп) и предложений (<http://www.krugosvet.ru>).

Основными разделами синтаксиса являются **синтаксис словосочетания** и **синтаксис предложения**. Формальная модель синтаксиса рассмотрена в подразд. 2.3.

Определение 2.6. Семантика – раздел науки о языке, изучающий вопросы образования и использования лексических значений слов, а также смысла словосочетаний, предложений и других более сложных текстовых конструкций.

Семантика призвана иметь дело со значениями морфем и слов, различными способами построения значений более крупных единиц из значений единиц более мелких (<http://www.krugosvet.ru>).

Основные вопросы семантики и ее применение в процессе обработки естественно-языковых текстов рассмотрены в подразд. 2.4.

Определение 2.7. Прагматика – наука о способах использования языка и его воздействии на слушателя, изучающая вопросы целесообразности и своевременности использования тех или иных естественно-языковых выражений.

Например, с помощью прагматики можно объяснить, почему слово «Да» является неудовлетворительным ответом на вопрос «Знаете ли вы, который час?» [36] (*Люгер Дж. Ф. 2003 кн-Искус_И*).

На рис. 2.1 приведена структура разделов лингвистики на языке представления знаний SC. В соответствии с этой структурой лингвистическая база знаний состоит из следующих взаимосвязанных компонентов:

- морфологическая база знаний;
- синтаксическая база знаний;
- семантическая база знаний;
- прагматическая база знаний.

Кроме того, в составе каждой из перечисленных баз знаний рассматривается определенная зона **словаря естественного языка**.

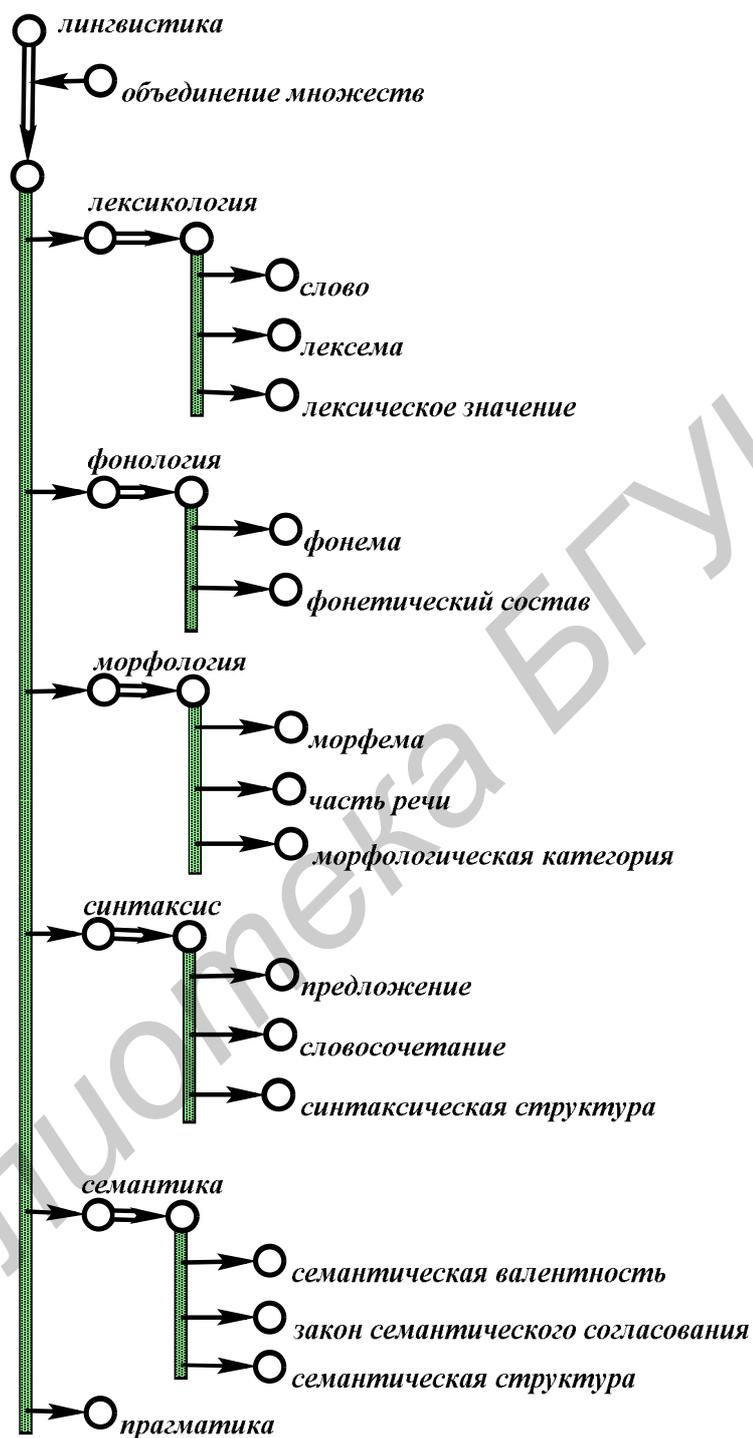


Рис. 2.1. Структура разделов лингвистики

2.1.2. Уровни изучения текста

Для построения полноценной модели естественного языка, а также для осуществления процедур автоматического анализа и синтеза текстов необходимо изучить каждый из уровней естественно-языкового текста.

В работе [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*) перечислены следующие **уровни изучения текста**:

- 1) дискурс (= связный текст);
- 2) предложение;
- 3) словосочетание;
- 4) слово;
- 5) морфема;
- 6) слог;
- 7) фонема;
- 8) дифференциальный признак.

При этом уровни с 1-го по 5-й относятся к письменному и речевому тексту, а уровни с 6-го по 8-й большее отношение имеют к вопросам анализа звуков. Перечисленные уровни изучения текста рассмотрены по принципу «сверху вниз».

В работе [36] (*Люгер Дж.Ф.2003кн-Искус_И*) перечислены уровни анализа естественного языка «снизу – вверх»:

1. **Просодия** (prosody) – к ней относятся анализ ритма и интонации языка. Этот уровень анализа достаточно сложно формализуем, поэтому им зачастую пренебрегают. Однако его значение очевидно. Сила ритма и интонации наиболее ярко проявляется в поэзии и религиозных песнопениях. Ритмика языка играет важную роль также в детских играх и колыбельных.
2. **Фонология** (phonology) – наука о звуках и их комбинациях в языковых структурах. Эта область лингвистики играет важную роль в компьютерном распознавании и генерации речи.
3. **Морфология** (morphology) – анализ компонентов (морфем), из которых состоят слова. К этой области относятся вопросы правил формирования слов, в том числе использования префиксов (в английском языке un-, non-, anti- и др.) и суффиксов (-ing, -ly и др.) для модификации значения корня слова. Морфологический анализ играет важную роль в определении значения слова в предложении, в том числе времени глагола, числа и части речи.
4. **Синтаксический анализ** (syntax) связан с изучением правил сочетания слов в отдельных фразах и предложениях, а также использованием этих правил для разбора и генерации предложений. Эта область наиболее формализована и поэтому успешно применяется для автоматизации лингвистического анализа.
5. **Семантика** (semantics) изучает значение слов, фраз и предложений, а также способы его передачи в выражениях естественного языка. На этом уровне предпринимается попытка решения проблем понимания. К сожалению, она пока недостаточно изучена.
6. **Прагматика** (pragmatics) – наука о способах использования языка и его воздействии на слушателя. Использование прагматики помогает более качественно решать вопросы принятия решений в результате анализа естественного языка, но здесь еще много нерешенных вопросов.
7. **Знания об окружающем мире** (world knowledge) – это сведения о реальном физическом мире, в котором мы живем, мире человеческих социальных взаимоотношений, а также значении целей в общении людей. Эти общие базовые знания играют важную роль для полного понимания значения текста или беседы.

Большая часть перечисленных выше уровней анализа естественного языка связана с соответствующими разделами лингвистики. Это лишний раз подчеркивает необходимость изучения каждого из разделов данной науки.

2.1.3. Общий алгоритм анализа и синтеза естественно-языковых текстов

Как указывалось выше, для реализации естественно-языкового взаимодействия человека и компьютерной системы необходимо «научить» компьютерную систему осуществлять, с одной стороны, анализ текстов, вводимых пользователем, а с другой, – синтезировать

тексты на естественном языке для вывода соответствующих сообщений пользователю. Таким образом, необходимо рассмотреть этапы анализа и синтеза естественно-языковых текстов.

Чтобы выделить необходимые структуры, соответствующие каждому из уровней изучения текста, при автоматическом анализе, надо пройти несколько последовательных этапов. В укрупненном виде они показаны на рис. 2.2 [25] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*).



Рис. 2.2. Этапы анализа естественно-языкового текста

На первом этапе – **преданализе** – осуществляется предварительная обработка текста. Это подготовительный этап, и его цель заключается в том, чтобы сделать исходный текст пригодным для его обработки в вычислительной машине. Для этого из текста устраняются (если они есть) явные ошибки, расшифровываются сокращения, формулы, удаляются специальные символы, не имеющие отношения к естественному языку и т.п.

На этапе **морфологического анализа** обрабатываются отдельные слова: в них выделяются морфемы (основы, флексии, приставки, суффиксы, окончания). Эта стадия анализа часто называется **морфемным анализом**. После выделения основы слов осуществляется поиск лексических значений слов, хранящихся в специальном словаре. Флексии используются для определения морфологической информации слова (информации о слове как о части речи с соответствующими значениями морфологических категорий) (подробно см. подразд. 2.2).

Полученная в результате морфологического анализа информация используется для установления грамматических отношений между словами в рамках одного предложения. Эти отношения выделяются в процессе **синтаксического анализа**, целью которого является формирование синтаксической структуры предложения.

Синтаксический анализ включает два подэтапа: поверхностный синтаксический анализ и глубокий синтаксический анализ (рис. 2.3).

Грамматические отношения между словами выделяются на этапе **поверхностного синтаксического анализа**. Его результатом является одна из возможных (по форме) поверхностных синтаксических структур для каждого из предложений, образующих текст (подробно см. п. 2.3.3).

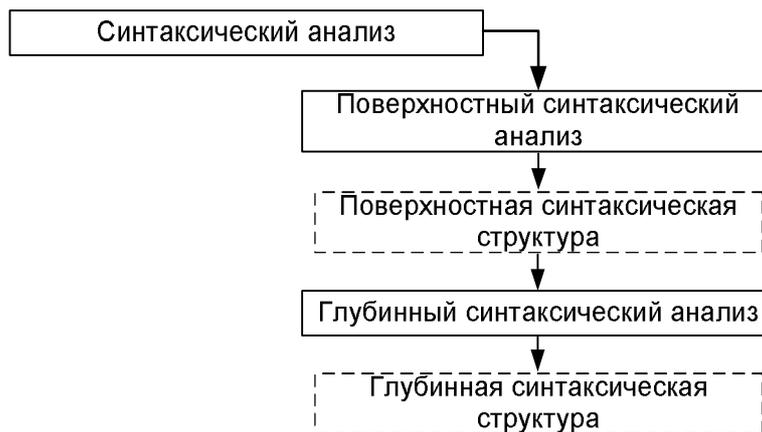


Рис. 2.3. Этапы синтаксического анализа естественно-языкового текста

На этапе **глубинного синтаксического анализа** строится глубинная синтаксическая структура, которая описывает для слов в предложении их глубинные роли (падежи) (подробно см. п. 2.4.4). Эти роли тесно связаны со смыслом (семантикой) отдельных слов в предложении. Поэтому глубинный синтаксический анализ часто рассматривается как предварительный этап семантического анализа, так как глубинная синтаксическая структура тесно связана с поверхностной семантической.

На этапе **семантического анализа** (рис. 2.4) глубинная синтаксическая структура преобразуется сначала в поверхностную семантическую структуру (в которой учтены семантические связи слов в предложении с другими понятиями соответствующей предметной области). С использованием поверхностной семантической структуры можно зафиксировать конкретные факты, которые излагаются в исходном тексте.

Поверхностная семантическая структура преобразуется к глубинной семантической структуре, которая представляет собой языконезависимую (т.е. не зависящую от языка, на котором был написан исходный естественно-языковой текст) смысловую структуру предложения. Глубинная семантическая структура передает смысл для целого класса однотипных ситуаций и позволяет сделать предположения о причинах тех или иных зафиксированных в исходном тексте фактов.

Например, анализируя фразу «Женщина пришла домой из магазина очень расстроенная», на поверхностном семантическом уровне фиксируется лишь сам факт состояния женщины. На глубинном же семантическом уровне можно высказать предположение о причинах ее состояния – пустые полки магазинов, очереди, отнимающие массу времени и сил, и т.д. [25] (Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор).



Рис. 2.4. Этапы семантического анализа естественно-языкового текста

Структуры наиболее «глубокого» уровня, возникающие при анализе предложений, названы прагматическими и выявляются на этапе **прагматического анализа**. Из прагматических структур следует понимание того, к чему обязывает или призывает анализируемое предложение. Прагматические структуры устанавливают связь между предложениями в текстах, связывают текст в единое целое, а также побуждают человека делать те или иные действия в реальном мире (например надпись «*Стой! Проход запрещен!*»). Таким образом, результатом прагматического анализа являются некие структуры, побуждающие собеседника к ответной реакции (действию).

Следует, однако, отметить, что прагматический анализ осуществляется далеко не всегда, так как исследователям еще мало известно о том, как устроены прагматические структуры. Это, в частности, связано с необходимостью анализа не отдельных предложений, а связанных текстов. В то время как о предложении лингвистам известно уже достаточно много, исследование связанных текстов до настоящего времени не завершено.

В процессе анализа текстов, содержащих более одного предложения, возникают новые структуры, обеспечивающие сцепление этих предложений в рамках некоторой описываемой ситуации или последовательности ситуаций. Эти структуры должны выявляться на этапе **выявления текстовых структур**. Так определяются межфразовые связи, позволяющие понять текст как единое целое. Как указывалось выше, эти структуры пока изучены значительно хуже, чем структуры, лежащие в основе одного предложения. Поэтому если данный этап и реализуется, то пока лишь в очень ограниченном объеме. Результатом данного этапа анализа естественно-языкового текста являются **знания об окружающем мире**. Именно эти знания формируются в мозгу человека в процессе общения.

Отметим, что для интеллектуальной системы реализация данного этапа является крайне актуальной, так как одним из признаков «интеллектуальности» системы является ее способность приобретать новые знания. Таким образом, приведенные этапы анализа текстов естественного языка с необходимыми уточнениями могут быть использованы для автоматической обработки текстов с целью формирования баз знаний интеллектуальных систем.

Указанные этапы охватывают всю задачу анализа текстов на естественном языке. Необходимость в исполнении тех или иных этапов при анализе конкретного текста зависит от тех целей, для которых этот анализ осуществляется.

Если рассмотреть перечисленные этапы анализа текстов в обратном порядке, то можно сделать основные предположения о том, каким образом осуществляется синтез текстов естественного языка. Однако, как указывалось выше, исследователям еще недостаточно известно о том, каким образом в мозгу человека формируются те или иные прагматические структуры. Не ясно также, на основании чего человек делает выбор в пользу той или иной структуры текста и в конечном итоге синтаксической структуры предложения. Поэтому в реальных прикладных системах процесс синтеза текстов зачастую сводится к использованию специально разработанных шаблонов и ограничивается некоторым классом наиболее распространенных синтаксических структур предложений. В диалоговых системах специального назначения задача синтеза текстов может значительно упроститься, так, как указывалось в разд. 1, для них могут быть построены специальные структуры, на основе которых обычно ведется диалог. Этого оказывается вполне достаточно для получения удовлетворительных результатов.

2.2. Морфология. Морфологическая база знаний

Выше было дано определение морфологии (см. определение 2.3): **морфология** – это раздел науки о языке, который изучает слово как часть речи.

Морфемика – подраздел морфологии, который занимается вопросами словообразования и морфемного состава слова.

Формальные закономерности сочетаемости морфем изучает **морфонология**.

2.2.1. Классификация слов естественного языка

Объектом исследования морфологии является слово. В естественном языке слово представляет собой одновременно:

- единицу лексики;
- единицу грамматики.

Напомним, что в процессе анализа естественно-языковых текстов говорят об их составе из **слов** (т.е. всех последовательностей символов, разделенных пробелами или знаками препинания), **словоформ** (т.е. всех грамматических видоизменениях слов) и **лексем** (если не обращать внимания на грамматические словоизменения). Пример, в котором иллюстрируется отличие слова от словоформы и лексемы, рассмотрен в разд. 1.

Определение 2.8. Слово как лексическая единица, или единица словаря (лексема), – это формально выраженная система всех его лексических значений.

Определение 2.9. Слово как грамматическая единица – это система всех его форм с их грамматическими значениями – **часть речи**.

Части речи – это грамматические классы слов, объединяющиеся на основании:

- 1) того обобщенного значения, которое отвлечено от лексических и грамматических (морфологических) значений всех слов данного класса;
- 2) характерного для каждого такого класса комплекса грамматических (морфологических) категорий.

Как указывалось выше, часть речи характеризуют:

- 1) общее значение (что в окружающем мире обозначает часть речи);
- 2) морфологические признаки (или грамматические значения). Морфологические признаки делятся на постоянные и непостоянные;
- 3) синтаксическая роль в предложении.

На рис. 2.5 приведена классификация частей речи.

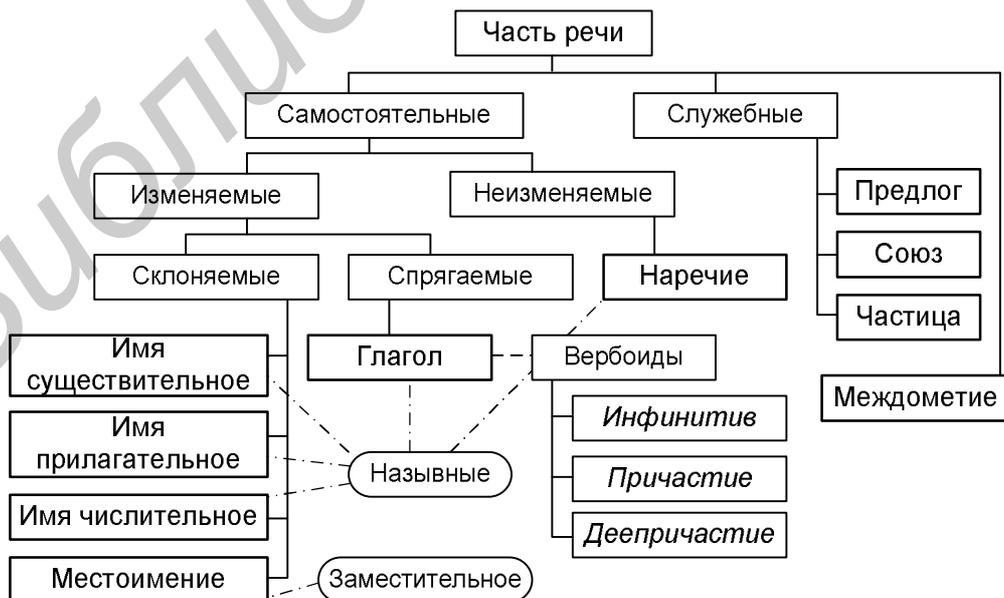


Рис. 2.5. Классификация частей речи

Из рисунка видно, что части речи делятся на 2 больших класса: самостоятельные и служебные. При этом:

- **самостоятельные части речи** называют предметы, признаки, действия, количество и являются в предложении его членами;
- **служебные части речи** не имеют предметного лексического значения и не являются членами предложения; имеют грамматические значения.

Каждая часть речи обладает своим набором грамматических (морфологических) характеристик (категорий), которые могут принимать конкретные значения из заранее известного набора значений.

Рассмотрим **пример** морфологических характеристик части речи «**ИМЯ СУЩЕСТВИТЕЛЬНОЕ**»:

- Общее значение: обозначает предмет.
- Морфологические признаки (категории):
 - Постоянные:
 - собственное или нарицательное;
 - одушевленное или неодушевленное;
 - род;
 - склонение.
 - Непостоянные:
 - падеж;
 - число.
- Синтаксическая роль: в предложении может быть:
 - подлежащим;
 - дополнением;
 - несогласованным определением;
 - обстоятельством;
 - именной частью составного сказуемого (иногда);
 - приложением.

Более подробно морфологические категории частей речи рассмотрены ниже.

2.2.2. Слово и его состав. Морфологические категории слов

Как указывалось выше, слово состоит из совокупности компонентов, которые несут определенное грамматическое значение. Эти компоненты называются **морфемами**, или **морфами**, и являются минимальными значащими частями слова.

В определении 2.4 дано одно из возможных определений морфемы. Дадим еще одно определение.

Определение 2.10. Минимальная значащая часть, вычленяемая в составе словоформы, называется **морфом**. Словоформа может состоять из одного морфа (например, *вдруг, на, бац*) или из нескольких морфов (например, *нес-у, вод-иц-а, пере-стрел-к-а*).

Определение 2.11. Образование форм одного и того же слова называется **словоизменением**. Понятие словоизменения охватывает такие изменения отдельного слова, при которых сохраняется в целостности его лексическое значение.

Определение 2.12. Система форм слова, т.е. вся совокупность его форм, называется его **парадигмой**.

На рис. 2.6 перечислены типы морфем. Наибольшее значение имеют так называемые **сегментные морфемы**, т.е. части слов [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*). Они

разделяются на два больших класса: **корни** и **аффиксы**. Эти классы противопоставлены по характеру выражаемого значения и по своей функции в составе слова.

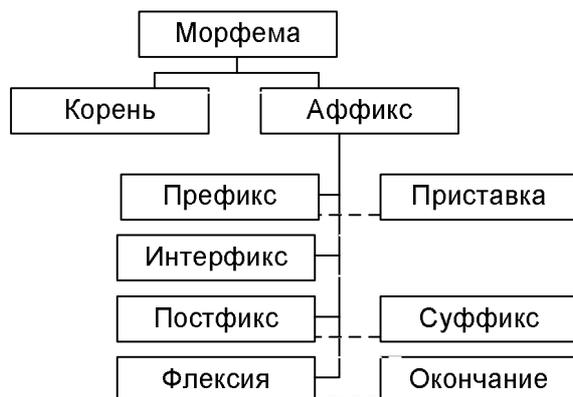


Рис. 2.6. Типы морфем

Определение 2.13. В составе знаменательных слов **корни** являются носителями самостоятельных лексических значений, обычно подобных лексическим значениям слов, содержащих эти корни.

Например, рассмотрим слова *водный – подводный – водяной – водник – водовоз – водоём – водоизмещение – водокачка – водолаз – водолей – водолечебница – водомер – водонапорный – водоносный – водоочиститель – водопад – водоплавающий – водопровод – водораздел – водосброс – водоснабжение – водохранилище – водянистый*. Все эти слова обозначают предметы или признаки, имеющие отношение к воде, так как в них входит корень *-вод-*.

Слова с одним и тем же корнем называются **однокоренными**.

В образовании слов русского языка существуют следующие перечисленные ниже особенности [4] (*Русск_Я-1984спр*).

1. Однокоренные слова могут относиться к одной части речи (*лес – лесник – лесничий – лесок – лесочек – лесничество – лесничиха*) или к разным частям речи (*лес – лесной – лесистый – безлесный*).
2. Следует различать совпадающие по звучанию, но разные по значению (омонимичные) корни: *гора – гористый – горный* – корень *-гор-*; *угореть – загорать – перегорать – нагорать* – корень *-гор-*, но это корни, разные по значению. Слова с подобными корнями однокоренными не являются.
3. Слов, состоящих из корня и окончания (типа *вода, село, поле, зуб, дом, кот, юный, серый, веду, иду, нес* и др.), сравнительно немного; большинство основ слов русского языка состоит из корня и суффикса (*водник, сельский, полевой, зубок, домик, котище, юность, серенький, ведомый, идущий, несомый* и др.), корня и приставки (*перелёт, заплыв, предобрый, поведу* и др.), корня, приставки и суффикса (*подводный, напольный, надомник, приведённый* и др.).
4. Некоторые корни при сравнении слова с другими однокоренными словами легко выделяются, но в «свободном» виде (корень + окончание) не встречаются. Они имеются в словах только в сочетании с приставками, суффиксами или с другими корнями:
 - *-де-* – *надеть, переодеть, приодеть, одеть*;
 - *-ня-* – *занять, нанять, отнять, перенять, снять*;
 - *-пт-* – *птенец, пташка, птенчик, птица, птичник*;
 - *-сяг-* – *присяга, досягать, посягать*;
 - *-у-* – *разуть, обусть*;
 - *-ул-* – *улица, переулок, закоулок, проулок*;
 - *-й-* – *войти, отойти, подойти, пойти, перейти, сойти, зайти*.

5. В слове может быть один корень (*водный*) или два корня (*водонос, водопад, водоснабжение, водохранилище*). Реже встречаются слова с большим количеством корней.

В отличие от корня **аффиксы** не несут самостоятельных лексических значений. Их значениями являются [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

- словообразовательные: *гор-а, гор-ец, гор-н-ый, гор-ист-ый*;
- словоизменительные: *гор-а, гор-ы, гор-ой*;
- формально-структурные: *рук-о-мойник* – соединительный гласный;
- формально-классифицирующие: *выруч-и-ть* – показатель типа спряжения *-и-*, стоящий перед показателем инфинитива *-ть*.

Аффиксы по их месту по отношению к корню разделяют на:

- **префиксы** (=приставки), стоящие перед корнем;
- **постфиксы**, стоящие после корня;
- **интерфиксы**, стоящие между корнями (*бур-е-лом, лес-о-руб*).

Определение 2.14. Приставка – это значимая часть слова, которая находится перед корнем и служит для образования слов [4] (*Русск_Я-1984спр*). Приставки вносят дополнение к значению исходного слова.

Например, приставки *в-* и *вы-* в глаголах *вбежать – выбежать, вползти – выползти, ввести – вывести* указывают на направление движения; в словах *переписать, перебелить, перегруппироваться* приставка *пере-* обозначает «переделать что-либо».

В слове могут быть не одна, а две и более приставки: *вы-ход – без-вы-ходное (положение) – по-на-за-чёркивать*.

В русском языке приставки имеют ряд особенностей, которые перечислены ниже [4] (*Русск_Я-1984спр*).

1. Абсолютное большинство приставок исконно русские (*о-, от-, под-, над-, пере-* и др.). Иноязычных приставок в русском языке немного: *а-, анти-, архи-, интер-, контр-, ультра-, де-, дез-, дис-, ре-, экс-, им-*: *аморальный, антиобщественный, архиглупый, интернациональный, контрразведка, ультразвук, демобилизация, дезинфекция, дисквалифицировать, реорганизация, экс-чемпион, импорт*.
2. Среди приставок есть синонимичные и антонимичные. Так, синонимичны приставки *вы-* и *из-* (*выгнать – изгнать*), *без-, не-, а-, дис-* (*безжалостный, недобрый, аполитичный, дисгармония*), *пре-, раз-, наи-, сверх-, архи-* (*предобрый, разбить, наилучший, сверхмощный, архиплут*), *по-, за-* (*побежать, запеть*), *анти-, контр-* (*антифашист, контрудар*), *де-, дез-, ре-* (*деквалифицировать, дезориентация, регресс*). Приставки *в-, вы-* (*влететь – вылететь*), *при-, у-* (*прибежать – убежать*), *над-, под-* (*надводный, подводный*) имеют антонимичное значение.
3. Приставки могут быть многозначными. Так, приставка *при-* обозначает приближение (*приплыть*), присоединение (*пришить*), неполноту действия (*присесть*), нахождение вблизи чего-либо (*приморский, привокзальный*).
4. Во многих словах приставки срослись с корнем и как самостоятельные части слова уже не выделяются: *восторгаться, восхищаться, встретить, достать, затевать, замещать, одолеть, ответить, посетить, обескуражить, навоз, позвонок, исчезать, обожать, несусветный, пасмурный*.

В русском языке постфиксы делят на **суффиксы** и **окончания** (=флексии).

Определение 2.15. Суффикс – это значимая часть слова, которая находится после корня и обычно служит для образования слов [4] (*Русск_Я-1984спр*).

Например [4] (*Русск_Я-1984спр*):

- суффиксы *-чик* (*летчик, водопроводчик*), *-щик* (*фонарщик, лекальщик*), *-ик* (*академик, трагик*), *-ин* (*грузин, осетин*), *-ист* (*машинист, лингвист*), *-ец* (*кавказец, ленинградец*), *-тель* (*писатель, читатель*) образуются названия лиц мужского пола по профессии, роду занятий, принадлежности к национальности, месту жительства;
- с помощью суффиксов *-чиц(а)* (*лётчица, буфетчица*), *-щиц(а)* (*продащица, уборщица, упаковщица*), *-иц(а)* (*мастерица, фельдшерица*), *-к-* (*осетинка, грузинка, артистка, машинистка, ленинградка*), *-ниц(а)* (*писательница, читательница*) образуются названия лиц женского пола с тем же значением.

Суффиксы могут служить для образования форм слов, например: *знамя* (им. п.) – *знамени* (род. п.), *весёлый* – *веселее* (сравн. степень).

Многие суффиксы свойственны определенным частям речи. Например [4] (*Русск_Я-1984спр*):

- суффиксы *-ость, -ение, -ак, -ок, -онк, -ач, -ец, -лец, -тель, -чик, -щик, -ист, -ниц(а), -иц(а)* характерны для имён существительных;
- суффиксы *-ащ-, -ящ-, -ущ-, -ющ-, -им-, -ем-, -ом-, -т-, -нн-, -енн-, -ш-, -вш-* – для причастий;
- суффиксы *-учи-* (*-ючи-*), *-в-, -вши* – для деепричастий;
- суффиксы *-и-, -е-, -ну-, -ыва-, -ива-, -ова-, -ева-, -ва* – для глаголов;
- суффиксы *-то, -либо, -нибудь* – для местоимений и наречий.

Находясь после корня, суффикс может быть непосредственно за корнем или после другого суффикса. Например, *рас-чѐт-лив-ый; рас-чѐт-лив-ость*.

В словах, имеющих окончание, суффикс стоит, как правило, перед окончанием: *приручают, несущий, барабанный*.

Определение 2.16. Окончанием (флекси́ей) называют постфикс, стоящий в конце слова [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*), обычно не допускающий после себя других постфиксов (исключение – возвратный постфикс *-ся/-сь*) и выражающий определенные синтаксические связи с другими словами. Выделяют окончания:

- падежные;
- личные;
- родовые.

С точки зрения задачи общения наибольший интерес представляют **словоизменительные аффиксы**, т.е. аффиксы, выражающие отношения между словами. Эти аффиксы обычно заканчивают слово. За ними могут стоять только возвратные частицы.

На рис. 2.7 приведен фрагмент классификации морфем русского языка.

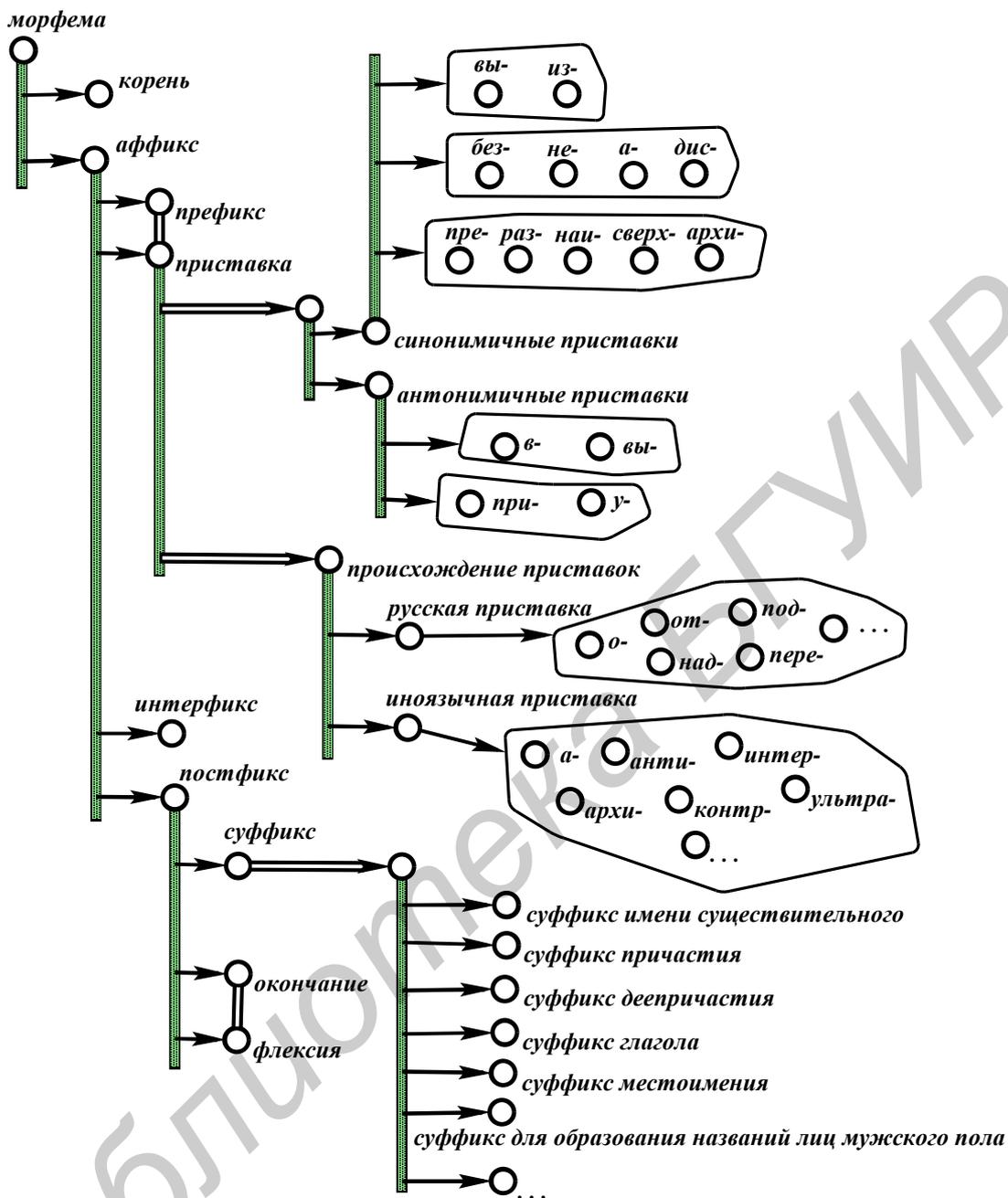


Рис. 2.7. Классификация морфем русского языка

По виду данных аффиксов слову можно приписать определенную **морфологическую информацию (МИ)**, т.е. комплекс значений морфологических категорий.

Рассмотрим **примеры** морфологической информации, поставленной в соответствие нескольким словоизменятельным аффиксам:

- **-ая** – прилаг., им. п., ед. ч., ж. р. (например *основн-ая*);
- **-ье** – сущ.: 1) дат. п., ед. ч., ж. р.; 2) предл. п., ед. ч., ж. р. (например *стат-ье*);
- **-в** – деепричастие прош. вр. (например *приня-в*).

Большинство слов русского языка имеет множество словоформ в парадигме. Например [24] (Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- существительные изменяются по 6-ти падежам и 2-м числам, следовательно, всего $6 \times 2 = 12$ форм;
- прилагательные – по падежам, числам, родам, следовательно, всего $6 \times 2 \times 3 = 36$ форм;
- глаголы – по числам, лицам, временам, наклонениям, видам, залогам – в результате получаем около сотни форм;
- причастия – по числам, падежам, родам, временам, залогам, видам.

Для того чтобы определить морфологическую информацию анализируемой словоформы в процессе морфологического анализа, необходимо подготовить специальные словари словоформ, а также таблицы аффиксов. Многообразие форм слов делает в ряде случаев нецелесообразным хранение в словаре всей парадигмы слова (все его словоформы). В словаре уместно хранить только одну форму слова – его основу, т.е. слово с отсеченными словообразующими и словоизменяемыми аффиксами.

Для реализации морфологического анализа необходимо подготовить следующие декларативные морфологические знания о языке:

- перечень частей речи и морфологическая информация, характеризующая каждую часть речи;
- перечень аффиксов и информация об их сочетаемости;
- морфологические сведения о конкретных лексемах.

В табл. 2.1 перечислены морфологические категории частей речи для русского языка, а также возможные значения указанных морфологических категорий.

Таблица 2.1

Морфологические категории частей речи

Часть речи	Грамматические категории	Значения грамматических категорий
1	2	3
Имя существительное	I. <i>Собств./нариц.</i> II. <i>Род</i> III. <i>Число</i> IV. <i>Падеж</i> V. <i>Одушевленность</i> VI. <i>Склонение</i>	1) собств., 2) нариц. 1) м., 2) ж., 3) с., 4) неопред. 1) ед., 2) мн. 1) им., 2) род., 3) дат., 4) вин., 5) твор., 6) предл. 1) одуш., 2) неодуш., 3) неопред. 1-е, 2-е, 3-е (многие лингвисты выделяют гораздо большее количество склонений, см. ниже)
Имя прилагательное	I. <i>Тип</i> II. <i>Степень сравнения (для качественных)</i> III. <i>Тип степени сравнения</i> IV. <i>Форма</i> V. <i>Род</i> VI. <i>Число</i> VII. <i>Падеж</i>	1) качеств., 2) относит., 3) притяж. 1) сравнит., 2) превосх., 3) неопред. 1) простая, 2) составная, 3) неопред. 1) полное, 2) краткое (<i>может быть только качественное</i>) 1) м., 2) ж., 3) с., 4) неопред. 1) ед., 2) мн., 3) неопред. (<i>для кратких</i>) 1) им., 2) род., 3) дат., 4) вин., 5) твор., 6) предл., 7) неопред. (<i>если краткое или имеет степень сравнения</i>)
Имя числительное	I. <i>Тип 1 (по значению)</i> II. <i>Тип 2 (по составу)</i> III. <i>Разряд (для количественных)</i> IV. <i>Падеж</i> V. <i>Род (если есть)</i> VI. <i>Число (если есть)</i>	1) колич., 2) порядк. 1) простое, 2) составное 1) целое, 2) дробное, 3) собирательное, 4) неопред. 1) им., 2) род., 3) дат., 4) вин., 5) твор., 6) предл., 7) неопред. 1) м., 2) ж., 3) с., 4) неопред. 1) ед., 2) мн., 3) неопред.

1	2	3
Местоимение	I. <i>Разряд по значению</i> II. <i>Лицо (у личных)</i> III. <i>Падеж</i> IV. <i>Число (если есть)</i> V. <i>Род (если есть)</i>	1) личн., 2) возвратн., 3) вопросит., 4) относит., 5) неопред., 6) отриц., 7) притяжат., 8) указат., 9) определит. 1) первое, 2) второе, 3) третье, 4) неопред. 1) им., 2) род., 3) дат., 4) вин., 5) твор., 6) предл. 1) ед., 2) мн., 3) неопред. 1) м., 2) ж., 3) с., 4) неопред.
Глагол	I. <i>Инфинитив</i> II. <i>Вид</i> III. <i>Спряжение</i> IV. <i>Переходность</i> V. <i>Наклонение</i> VI. <i>Возвратность</i> VII. <i>Время</i> VIII. <i>Род (не все)</i> IX. <i>Число</i> X. <i>Лицо (не все)</i> XI. <i>Состав</i>	1) да, 2) нет 1) сов., 2) несов., 3) неопред. 1) первое, 2) второе, 3) третье 1) переходн., 2) непереходн. 1) изъявит., 2) услов., 3) повелит., 4) неопред. 1) возвратн., 2) невозвратн. 1) наст., 2) прош., 3) буд., 4) неопред. 1) м., 2) ж., 3) с., 4) неопред. 1) ед., 2) мн., 3) неопред. 1) первое, 2) второе, 3) третье, 4) безличн. 1) простой, 2) составной
Причастие	I. <i>Залог</i> II. <i>Время</i> III. <i>Вид</i> IV. <i>Форма</i> V. <i>Падеж</i> VI. <i>Число</i> VII. <i>Род</i>	1) действит., 2) страдат. 1) наст., 2) прош., 3) буд. 1) соверш., 2) несоверш., 3) неопред. 1) полная, 2) краткая 1) им., 2) род., 3) дат., 4) вин., 5) твор., 6) предл., 7) неопред. 1) ед., 2) мн. 1) м., 2) ж., 3) с.
Деепричастие	I. <i>Переходность</i> II. <i>Возвратность</i> III. <i>Вид</i>	1) переходн., 2) непереходн. 1) возвратн., 2) невозвратн. 1) соверш., 2) несоверш.
Наречие	I. <i>Тип (по значению)</i> II. <i>Степень сравнения</i> III. <i>Тип степени сравнения</i>	1) места, 2) времени, 3) образа действия, 4) меры и степени, 5) причины, 6) цели 1) сравнит., 2) превосх., 3) неопред. 1) простая, 2) составная, 3) неопред.
Предлог	I. <i>Падеж</i> II. <i>Производность</i> III. <i>Тип (по составу)</i>	1) им., 2) род., 3) дат., 4) вин., 5) твор., 6) предл., 7) неопред. 1) непроизводн., 2) производн. 1) простой, 2) составной
Союз	I. <i>Тип 1</i> II. <i>Группа 1 (для сочинительных)</i> II. <i>Группа 2 (для подчинительных)</i> III. <i>Тип 2 (по составу)</i> III. <i>Тип 3 (по употреблению)</i>	1) сочинит., 2) подчинит. 1) соединит., 2) противит., 3) разделит., 4) сопоставит., 5) присоединит., 6) пояснит., 7) неопред., 8) градац. 1) причин., 2) целев., 3) времен., 4) условн., 5) сравнит., 6) изъяснит., 7) уступит., 8) следств., 9) неопред. 1) простой, 2) составной 1) расчленен., 2) повторяющ., 3) неопред.

1	2	3
Частица	I. Разряд II. Группа 1 (формообразующих) II. Группа 2 (модальных)	1) формообраз., 2) отриц., 3) модальная 1) усл. накл., 2) повелит. накл. 1) вопросит., 2) указат., 3) определит.-уточнит., 4) выделит.-ограничит., 5) эмоц.-восклиц., 6) выраж. сомнение, 7) усилит., 8) выраж. смягчение, требование, 9) сравнит., 10) утвердит., 11) отриц., 12) побудит., 13) указыв. на чужую речь
Междометие	I. Производность II. Группа (по значению)	1) непроизводн., 2) производн. 1) чувства, настроения, 2) побуждения, 3) приветствие и др.

У п р а ж н е н и е : представьте в виде фрагмента семантической сети данные из табл. 2.1.

Среди значений морфологических категорий выделяются «особые значения». В русском языке имеются случаи, когда у слова при некотором значении одной категории не различаются значения другой категории. Например, прилагательные во множественном числе не различаются по родам. Для обозначения подобных случаев вводится «особое» значение «неопред.».

Одним из основных этапов морфологического анализа является **выделение основ**. Основной информацией, используемой для выделения основ, является **таблица аффиксов русского языка**. Каждому аффиксу в таблице ставится в соответствие его морфологическая информация. Многим аффиксам соответствует не одна, а множество МИ.

Например, аффиксу **-ей** может быть приписана следующая МИ:

- 1) прилагательное, род., ед., ж. (средней)
- 2) прилагательное, дат., ед., ж. (средней)
- 3) прилагательное, твор., ед., ж. (средней)
- 4) прилагательное, предл., ед., ж. (средней)
- 5) сущ. (тип основы 4, 6, 7), твор., ед., ж. (матрицей)
- 6) сущ. (тип основы 8, 9, 15), род., мн., неопред. р. (мишеней)
- 7) сущ., вин., мн., неопред. р. (мишеней)

В приведенном выше примере для имени существительного указаны типы основы, которые предложены в работе [24] (Попов Э. В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ) и являются расширением понятия склонение.

Ниже приведено еще несколько примеров аффиксов с МИ (Русская грамматика – издание института русского языка Академии наук СССР, см. также <http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=efremova>, см. прил.):

- **-то:** причастие, кр., пасс., ед., ср, сов.
- **-я:** деепричастие, наст., акт., р., нсв.
- **-ащ-:** причастие, наст., акт., нсв.
- **-ин-:** причастие, прош., пасс., сов.
- **-ая:**
 - прилагательное, ед., им.;
 - существительное, ед., им.
- **-е:**
 - существительное, ед., им./вин.; ед., дат.; ед., предл.; мн., им.;
 - местоимение, ед., дат./предл.;
 - прилагательное, мн., им./вин.;
 - числительное, им./вин.

В словаре основ, который используется для морфологического анализа, важнейшей частью является **морфологическая зона основы**, которая включает следующую информацию:

- часть речи;
- грамматическое значение основы, например:
 - для *сущ.*: род, число, одушевленность;
 - для *глагола*: тип активности (всегда активный, всегда пассивный, имеет актив и пассив), вид;
- словоизменительный тип (для *сущ.*) – указывает тип изменения существительного по падежам [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*);
- информация о правилах образования вида (для *глаголов*).

Рассмотрим кратко подход к определению вида глагола. Для того чтобы определить морфологическую информацию для глагола, удобно рассмотреть максимально возможную структуру глагольной словоформы. Максимальную структуру глагольной словоформы можно представить в следующем виде:

$$V=S0+S1+S2+S3+S4,$$

где **S0** – основа глагола (вместе с префиксом);

S1 – видовой суффикс (может отсутствовать, т.е. **S1** = ∅);

S2 – либо причастный суффикс, либо личные окончания глагола в настоящем и прошедшем времени, окончания деепричастий, кратких причастий и инфинитива;

S3 – именная флексия у полных причастий, отсутствующая у остальных форм глагола;

S4 – возвратная частица.

С точки зрения «вида» нас будут интересовать только сегменты **S1** и **S2**. Для определения вида разработан ряд правил, учитывающих значения указанных сегментов. Рассмотрим примеры таких правил, приведенных в [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Правило № 1

Если сегмент **S1** данной словоформы равен **-а-** или **-я-**, то «вид» **несов.**

Например: *измер + я + ть* – несов.,
но *измер + и + ть* – сов.,
реш + а + ть – несов.,
но *реш + и + ть*, *реш + ∅ + ит* – сов.

Правило № 3

Если сегмент **S2** = **-ем-** или **-ют-**, то «вид» **несов**, иначе – вид **неопред.**

Например: *разрез + а + ем* – несов.,
но *разрез + а + л* – неопред.

Омонимия по «виду» в данном случае вызвана возможностью расстановки различных ударений:

разр'езал (сов) и *разрез'ал* (несов).

Помимо определения значений морфологических категорий, в процессе морфологического анализа может быть получена еще некоторая дополнительная информация о словоформе, которая может быть полезна на этапе семантического анализа. Для этого необходимо рассмотреть несколько морфологических категорий, имеющих аналоги в области семантики. К таковым относятся следующие [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

- категория числа;
- категория времени;
- категория вида.

В процессе определения значения категории **числа** следует учитывать, что возможные значения «морфологического» числа следующие:

- единственное;
- множественное.

Однако не все слова русского языка могут иметь обе формы для обоих значения указанной категории. Следовательно, необходимо выделять 3 типа слов:

- имеющие оба числа – и ед., и мн.;
- употребляемые только в форме ед. ч.;
- стоящие всегда только во мн. ч.

Для упрощения морфологического анализа для каждой основы в словаре основ необходимо указать соответствующий тип.

Рассмотрим на примерах, как соответствуют друг другу «морфологическое» число и «семантическое» число. Дело в том, что число, в котором стоит слово А («морфологическое» число), в русском языке далеко не всегда отражает количество объектов («семантическое» число), выражаемое словом А (даже для слов с двумя формами числа). Например [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

- *101 завод* или *2 завода* – в обоих случаях лексемы «завод» употреблены в форме единственного «морфологического» числа, в то время как на уровне семантики речь идет о множестве объектов, т.е. «семантическое» число – множественное;
- *Одни сани* – слово «сани» употребляется в форме множественного «морфологического» числа (всегда), однако «семантическое» число – единственное;
- *5 тонн угля* – здесь имеем комбинацию значений множественного и единственного «морфологического» числа, а «семантически» – число множественное.

В большинстве случаев разрешить проблему выявления «семантического» числа (это является одной из задач анализа естественно-языкового текста) может помочь анализ типа числительного, употребленного в сочетании с анализируемой словоформой. Помимо значений морфологических категорий числительного, приведенных в табл.2.1, в работе [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*) приведена следующая дополнительная типология числительных. Тип числительного определяется по двум последним цифрам, образующим данное числительное:

- тип 1: оканчивающиеся на 1 (но не на 11). Например, *101 станок*, *1 станок*, *21 станок*;
- тип 2: оканчивающиеся на 2, 3, 4 (но не на 12, 13, 14). Например, *22 станка*, *4 станка*, *103 станка*;
- тип 5: остальные. Например, *5 станков*, *10 станков*, *112 станков*.

Отметим, что перечисленные типы числительных могут быть полезны в процессе синтеза соответствующих словосочетаний.

Рассмотрим категорию **времени**. Следует отметить, что анализ временной ориентации события или явления имеет особое значение в процессе диалога. Для полноты получаемых результатов может понадобиться еще так называемая экстралингвистическая информация, например в виде календаря. Вспомните пример диалога пользователя с системой заказа билетов, приведенный в разд. 1. Там система «сумела» правильно сориентироваться во времени и помочь пользователю заказать билеты на необходимые рейсы.

В русском языке существуют следующие **способы временной ориентации событий** [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

- абсолютная;
- относительная.

Абсолютная временная ориентация означает, что время события в тексте указано явно и достаточно точно с апелляцией к конкретным датам, дням и т.п.

Относительная временная ориентация заключается в том, что в тексте задаются некоторые отношения хронологии событий, которые могут следовать друг за другом, предшествовать друг другу и т.п.

Оба указанных способа временной ориентации выражаются в языке:

- **лексически**, т.е. с помощью слов естественного языка;
- **грамматически**, т.е. с помощью образования соответствующих словоформ со значениями «морфологического» времени глагольной формы.

Лексическими средствами для выражения абсолютной временной ориентации являются в основном именные группы (обычно с предлогами). Например [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общес_ЭВМ*):

- *летом 1975 года*;
- *с 1 декабря*;
- *в течение марта*;
- *до 1940 года*;
- *по октябрь* и т. д.

При этом различные предлоги используются для задания определенных частей временных интервалов, в частности [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общес_ЭВМ*):

- *в течение, за* – указывают на весь интервал;
- *с и начиная с* – указывают левую границу интервала;
- *до, по, к* – указывают правую границу интервала.

Лексическими средствами для выражения относительной временной ориентации являются [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общес_ЭВМ*):

- предлоги, выражающие отношение предшествования (*после* и *по*, например *по окончании*), одновременности (*во время, в период, в процессе, при, наряду с, одновременно* с и т. п.) и следования (*до, перед* и т. п.);
- временные союзы, выражающие отношение предшествования (*когда, как только, после того как* и т. п.), следования (*до того как, перед тем как, до тех пор пока, пока* и т. д.), одновременности (*когда, пока, до тех пор пока, по мере того как*) между глаголом главного предложения и глаголом (инфинитивом) придаточного предложения;
- глаголы *предшествовать* и *следовать* (*за*).

Грамматическое выражение временных отношений – это способность некоторых глагольных словоформ выражать временную ориентацию действия.

Темпоральные формы глагола (*личные формы глагола, причастия и деепричастия*) рассматриваются в **настоящем, прошедшем и будущем** времени («морфологическое» время).

«Морфологическое» время выражается в русском языке множеством способов [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общес_ЭВМ*):

- посредством **видовых префиксов** (*делает* (несов.) – *сделает* (сов.));
- **аффиксов** (*делает* – *делал, держащий* – *державший*);
- **аналитических форм глагола** (*делает* – *будет делать*).

Аналогично категории числа «морфологическое» время не всегда отражает непосредственно семантическое время. Например [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общес_ЭВМ*):

- *В текущем году завод **строит** новый дом* – абсолютное наст. время.
- *В 1970 году сообщалось, что завод **строит** новый дом* – относительное наст. время, «семантическое» время – прошедшее, если обратиться к времени данной речи.

Временное значение темпоральной глагольной формы (абсолютное или относительное) зависит как от ее морфологических характеристик (морфологическое время, вид), так и от синтаксической структуры предложения.

Лингвистами было замечено, что временная ориентация может быть уместна и для любой характеристики события или понятия, хотя явного выражения в естественном языке может не иметь. Например [24] (*Попов Э.В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ*):

- Многие **богатые люди** *нажили* свое состояние во время депрессии – люди, богатые сейчас, в момент речи.
- Многие **богатые люди** *потеряли* свое состояние во время депрессии – те, кто был богат до депрессии.

В приведенных выше примерах прилагательное *богатые*, как и любое определение, характеризующее состояние, подразумевает неявную временную ссылку.

Подобные проблемы возникают при описании состояний, истинность или ложность которых изменяется во времени. Эти состояния могут выражаться не только прилагательными, но и существительными (при замене в приведенных примерах слов *богатые люди* на *миллионеры*) и целыми именными группами.

Одной из важнейших грамматических характеристик является категория **вида**. Во-первых, данная категория тесно связана с категорией времени и в некоторых случаях накладывает определенные ограничения на формирование темпоральных глагольных словоформ. Во-вторых, с точки зрения семантики вид характеризует образ действия, особенности происходящего действия.

«Морфологическая» категория вид принимает следующие значения:

- сов. («совершенный»: *выполнит* – что сделает?);
- несов. («несовершенный»: *выполняет* – что делает?);
- неопределенный вид – словоформа может рассматриваться как относящаяся к совершенному виду, так и к несовершенному. Например, *реконструирует* отвечает на вопрос и что делает? и что сделает?

Категория морфологического вида приписывается следующим частям речи [24] (*Попов Э.В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ*):

- глаголу в личной форме;
- инфинитиву;
- деепричастию;
- причастию;
- краткому прилагательному (если оно является производным от глагола: например, *выполнен*, но не *красен*).

Глаголы в русском языке можно разделить на два класса:

- 1) глаголы с нормальной (с точки зрения вида) парадигмой – такие, у которых представлены формы совершенного и несовершенного вида и которые не имеют «видовой омонимии», т.е. никакие две формы глагола, относящиеся к разным видам, текстуально не совпадают (например, *делать* – несов. и *сделать* – сов.);
- 2) глаголы с аномальной по виду парадигмой, которые подразделяются на глаголы:
 - с «видовой омонимией» (например, *реконструирует* – вид неопред.);
 - имеющие только одну видовую форму – либо совершенного вида (*пойти*, *заработать* (=начать работать)), либо несовершенного вида (*существовать*, *участвовать*).

Как указывалось выше, в русском языке существуют ограничения на сочетаемость характеристик «время» и «вид». В частности, словоформы «совершенного вида» не могут иметь «настоящее время».

Более того, значение категории «время» в процессе морфологического анализа приписывается в зависимости от значения категории «вид». При наличии неоднозначности (омонимии) по категории «вид» может возникнуть неоднозначность и по «времени». Например, в связи с неопределенностью «вида» у словоформы *реконструирует* ей будет

приписана неопределенность по «времени» («сейчас реконструирует» или «в следующем году реконструирует»). Для разрешения данной омонимии необходимо осуществить синтаксический и семантический анализ.

Словоформы с нормальной с точки зрения вида парадигмой подвергаются структурным изменениям в соответствии со значением категории вида. В частности, могут происходить следующие изменения словоформ [24] (Попов Э.В. 1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- префиксация (*делать* – несов.; *сделать* – сов.);
- чередование элементов основы (*угнать* – сов.; *угонять* – несов.);
- неоднозначные видовые аффиксы (*ослабеть* – сов.; *ослабевать* – несов.);
- однозначные видовые аффиксы (*-ива-*, *-ыва-* и др.).

Как указывалось выше, говоря о виде, имеют в виду способность глагольной словоформы не только называть некоторое событие (действие или состояние), но и выражать определенные особенности этого события. При этом двух возможных значений категории вида, используемых в морфологии, на семантическом уровне оказывается недостаточно, в лингвистике вообще нет единого взгляда на семантику глагольного вида. Существуют различные способы классификации «семантического» вида. Например [24] (Попов Э.В. 1982кн-Общен_с_ЭВМ):

- 1) конкретно фактическое («Он получил письмо»);
- 2) обобщенно фактическое («Я встречал его у знакомых»);
- 3) суммарное («Шофер два раза повернул налево»);
- 4) неограниченно-кратное («Он ездит на работу автобусом»);
- 5) постоянно-непрерывное («Волга впадает в Каспийское море»);
- 6) потенциально-качественное («Мой друг пишет (= умеет писать) стихи») и т.д.

При этом открытым остается вопрос сопоставления значений «морфологического» вида со значениями «семантического» вида.

Одним из вариантов решения указанной проблемы является необходимость помещения в семантическую зону словарной статьи словоформы соответствующих помет, соотносящих словоформы со значениями «семантического» вида.

Другим способом сопоставления «морфологического» и «семантического» вида является следующее рассуждение [24] (Попов Э.В. 1982кн-Общен_с_ЭВМ): на семантическом уровне морфологической категории «вид» соответствует категория «длительность», которую можно рассматривать как семантическую категорию «вид». Тогда в представлении окружающей среды выделяют:

- длительные события (значение характеристики «длительность» = «интервал»);
- точечные события (значение = «точка»).

Отметим, что аналогичные рассуждения производятся в процессе выделения из текстов разного рода отношений в окружающей среде. Например, пространственных отношений, отношений взаимного расположения объектов в пространстве и др.

2.2.3. Морфологический анализ и синтез

Определение 2.17. Под **морфологическим анализом** (МА) понимается обработка словоформ вне связи с контекстом. Задачей морфологического анализа является получение комплекса морфологической информации для входной словоформы.

В настоящее время существует несколько подходов к реализации морфологического анализа. Рассмотрим основные принципы морфологического анализа на основе материала, приведенного в [24] (Попов Э.В. 1982кн-Общен_с_ЭВМ).

Словоформой будем называть отрезок текста между двумя соседними пробелами (при этом знаки препинания считаются отдельными словоформами).

Функцией морфологического анализа является идентификация словоформы и приписывание словоформе характеризующего ее комплекса морфологической информации (КМИ). КМИ состоит в общем случае из совокупности МИ-строк (пар: основа – морфологическая информация (МИ)), являющихся морфологическими омонимами.

Алгоритм МА зависит от принятого в системе способа хранения информации. Существуют два основных метода реализации МА:

- декларативный;
- процедурный.

В **декларативном методе** реализации МА (декларативный МА) в словаре системы хранятся все возможные словоформы каждого слова с приписанной им морфологической информацией. По сути в декларативном МА нет собственно морфологического анализа, а хранится его результат. Задача декларативного МА состоит только в поиске словоформы в словаре и переписывании из словаря комплекса МИ, соответствующего данной словоформе. Это приводит к тому, что декларативный МА работает быстрее, чем процедурный МА. К недостаткам декларативного МА относится необходимость хранения всех словоформ каждой основы. Количество различных словоформ у одной основы довольно велико (у существительного 12, у прилагательного 36, а у глагола с учетом отглагольных форм до сотни). Следствием значительного количества словоформ являются:

- 1) необходимость определения человеком всех словоформ слова и соответствующих им МИ-строк перед записью их в словарь. Это увеличивает трудоемкость подготовки словарной информации;
- 2) дополнительные затраты памяти ЭВМ;
- 3) потенциальная невозможность реализации морфологического анализа в открытых (развивающихся) системах с неограниченным словарем.

Учитывая недостатки декларативного морфологического анализа, а также вполне очевидный его алгоритм, рассмотрим более подробно процедурный МА. Основным достоинством процедурного МА является то, что он требует меньших затрат ручного труда при подготовке информационного обеспечения. Необходимо также отметить, что в реальных приложениях часто используются варианты построения МА, занимающие промежуточное положение между декларативным и процедурным МА.

Упражнение 1: разработайте самостоятельно схему алгоритма декларативного морфологического анализа и опишите ее с использованием любого формального языка описания алгоритмов.

Упражнение 2: используя разработанный алгоритм декларативного морфологического анализа, протестируйте его на примере анализа нескольких словоформ любого предложения естественного языка.

При **процедурном МА** в словаре системы вместо словоформ хранятся только основы слов. Процедурный МА выполняет следующие функции:

- 1) выделяет в словоформе основу;
- 2) идентифицирует ее (найдя в словаре основ и заменив на код, используемый этапами синтаксиса и семантики);
- 3) приписывает данной словоформе соответствующий ей комплекс МИ.

Рассмотрим один из возможных методов выполнения МА словоформ русского языка – так называемый «обратный» метод. При работе алгоритм процедурного МА использует информацию из **морфологической зоны словаря** и из **таблиц аффиксов** (см. выше). Удобно разделить словарь на две части:

- словарь основ (СО);
- словарь готовых словоформ (СГФ).

Общая схема процедурного МА представлена на рис. 2.8.

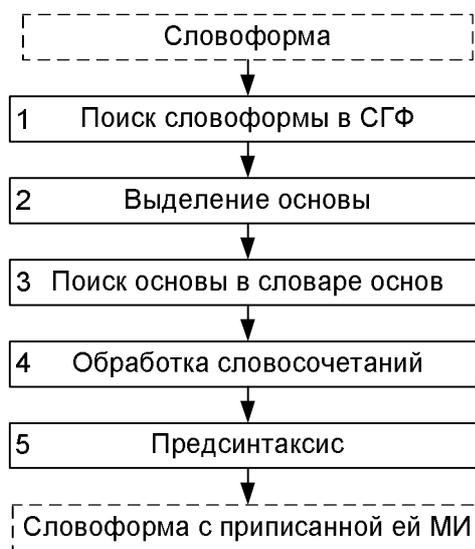


Рис. 2.8. Этапы процедурного морфологического анализа

В русском языке существует относительно небольшое количество неизменяемых слов и слов с нерегулярными формами изменения. Для этих слов МА не требуется вообще (для неизменяемых слов) или не укладывается в стандартные правила (для нерегулярных форм). Примерами таких слов являются предлоги, наречия, неизменяемые существительные (например *пальто*), знаки препинания, цифры, некоторые формы глаголов (*идти – шел*) и т.п. Указанные слова хранятся в так называемом **словаре готовых форм**.

Задача **первого блока МА** состоит в том, чтобы определить, не относится ли очередная словоформа входного текста к числу тех, которые хранятся в СГФ. Если словоформа найдена, то из СГФ переписывается вся соответствующая ей МИ (вместе с МИ переписывается и содержимое синтактико-семантической зоны) и морфологический анализ данной словоформы заканчивается.

Если словоформа не найдена в СГФ, то выполняется **второй блок МА – выделение основы**. Его работа сводится к последовательным проверкам возможностей вложения в анализируемую словоформу справа налево окончаний и суффиксов. При этом для ускорения проверок вкладываются (отсекаются) аффиксы с большим числом букв, а информация о вкладывающихся в них меньших аффиксах получается не поиском, а за счет отсылок. Соотношение по вложенности аффиксов таково: аффиксы полных прилагательных включают аффиксы существительных, аффиксы глаголов включают аффиксы существительных и кратких прилагательных, а аффиксы существительных – аффиксы кратких прилагательных.

В результате вложения всех возможных аффиксов словоформе сопоставляется одна или несколько гипотетических основ (ГО) и для каждой основы – одна или несколько МИ.

Гипотетические основы ищутся в словаре основ во время работы **третьего блока МА – поиск основы в словаре основ**. В случае нахождения ГО в словаре основ и совпадения части речи ГО с частью речи словарной основы (а для существительных при совпадении типов основ, одушевленности, рода и числа) данная ГО и ее МИ (одна или несколько) признаются правильными. В противном случае ГО признается ошибочной и отбрасывается. При нахождении в словаре ГО вместе с морфологической считываются и ее синтактико-семантические зоны, чтобы не повторять поиск по словарю для синтаксического и семантического анализа.

В задачу третьего блока входит также корректировка комплекса МИ (т.е. множества МИ, сопоставленных данной словоформе), полученной на основе таблиц аффиксов. Так, в зависимости от наличия возвратной частицы и типа активности глагола может корректироваться характеристика «залог». Особое место занимает определение «вида» глагола. Выше было отмечено, что вид глагольной словоформы определяется с помощью видовых аффиксов, вида основы и правил, приписанных основе. При наличии информации о виде, полученной по однозначным видовым аффиксам, видовая информация основы и правил во внимание не принимается. При отсутствии в словоформе однозначных видовых аффиксов вид присваивается по виду основы (для основ с типом «несов.» или «сов.»), а для основ с типом несов./сов. – по результату выполнения правил, связанных с основой. Следует иметь в виду, что наличие у основы в словаре пометы «сов.» или «несов.» не всегда свидетельствует о действительной видовой однозначности этой основы. Например, в паре глаголов *списать* (сов.) – *списывать* (несов.) основа *спис* может с одинаковым правом принадлежать любому виду, однако в формах несовершенного вида данная основа регулярно расширяется однозначным видовым суффиксом *-ыва-*. При этом информация о «виде», присвоенная основе, не принимается во внимание. Если у анализируемой словоформы характеристика «вид» имеет значение «сов.» и «время» – «настоящее», то значение характеристики «время» изменяется на «будущее».

Рассмотрим детали работы МА на примере словоформ «*решает*» и «*решится*». В основном словаре для основы *-реш-* записана следующая морфологическая информация:

- часть речи – «глагол»;
- основа имеет активную и пассивную формы (актив./пассив.);
- основа относится к «виду» несов./сов. (например, *решать* (несов.) – *решить* (сов.)), для определения вида использовать правило №1 (см. п. 2.2.2 и [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*)).

В связи с тем, что в СГФ указанные словоформы не будут найдены, начнет работу второй блок МА. Сначала будет вложена возвратная частица *-ся* (для первой словоформы) и окончание *-ет* (*-ит*). В таблице аффиксов окончанию *-ет* (*-ит*) соответствует МИ: глаг., наст. вр., ед. ч., неопред. р., акт. Данные окончания содержат отсылку на вкладываемые в них пустые окончания *-0-* для существительных с типом основы 1, 3 (сущ., им. п., ед. ч., м. р.), 5 (сущ., вин. п., ед. ч., м. р., неодуш., например теодолит), с типом основы 4, 6, 12, 14 (сущ., род. п., мн. ч., неопред. р.; сущ., вин. п., мн. ч., неопред. р., например, бит – в смысле единица информации). Указанные здесь типы основы имен существительных определяют их словоизменительный тип (см. п. 2.2.2) и описаны в [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Для глаголов будет произведено вложение суффиксов *-а-* (для первой словоформы) и *-и-* (для второй). Итак, будут сформированы следующие гипотетические основы:

- 1) для первой словоформы будет получено две основы: *-решает-* с МИ для существительного и *-реш-* с МИ для глагола;
- 2) для второй словоформы («*решится*») будет получена одна основа *-реш-* с МИ для глагола (существительное не будет рассматриваться в связи с частицей *-ся*).

Основа *-решает-* в словаре не будет найдена и признается ошибочной. Основа *-реш-* признается правильной, так как части речи ГО и СО совпадают. В связи с тем, что основа имеет форму актив./пассив. и в «*решится*» вложена частица *-ся*, в МИ второй словоформы актив. заменяется на пассив. Основа *-реш-* относится к типу несов./сов., т.е. информация о виде определяется по правилу, связанному с основой. Применение правила №1 к первой основе дает «несов.», а ко второй – «сов.». В связи с тем, что у второй словоформы вид равен «сов.» и время – «настоящее», время изменяется на «будущее».

Итак, словоформе «*решает*» соответствует МИ: «глагол., наст. вр., ед. ч., неопред. р., актив., несов.», а для «*решится*» – «глагол., буд. вр., ед. ч., неопред. р., пассив., сов.».

Задача **четвертого блока – обработка словосочетаний** – состоит в том, чтобы преобразовать некоторые словоформы, отделенные друг от друга пробелами или другими

словоформами, к одной основе (операция «склеивание»). Данная операция выполняется для упрощения синтаксического и семантического анализа. Операция «склеивание» выполняется для словосочетаний и аналитических форм глаголов (например, «будет строить», «была построена» и т.п.). Словоформы, образующие аналитическую форму глагола, заменяются па «новую» основу с МИ, приписанной на основе информации о глаголе «быть» и информации инфинитива (или краткого прилагательного). Например, в случае аналитической формы («быть» в будущем времени + инфинитив, например *будет строиться*), выражающей будущее время глагола, стоящего в форме инфинитива, совершаются следующие преобразования. «Новой» основе приписывается словарный номер инфинитива «строить» с МИ: глаг. (по части речи «будет»), пассивность (по инфинитиву «строиться»), а время, род и число – по глаголу «будет». В данном случае «будет строиться» заменится на «строить» с МИ: глаг., пассив., буд. вр., неопред. р., ед. ч. (т.е. аналог «построиться»).

Рассмотрим вопрос о «склеивании» словосочетаний.

Словосочетанием назовем жестко закрепленную последовательность словоформ, рассматриваемую на уровне семантики как единое понятие. В словаре системы у основы **X**, с которой начинается словосочетание, хранится следующая информация обо всех словосочетаниях, начинающихся с **X**:

- перечень основ, образующих словосочетания, с указанием (при необходимости) для каждой основы части речи, рода, числа и падежа;
- главное слово словосочетания (т.е. слово, по которому словосочетанию приписывается МИ).

Словарной статье собственно словосочетания приписана такая же информация, как и любой основе, не являющейся словосочетанием. «Склеивание» словосочетаний протекает следующим образом. Сначала обрабатываются отдельные словоформы. Затем по словоформе **X**, с которой может начинаться словосочетание (информация об этом указана в словаре), определяется, удовлетворяют ли следующие за **X** словоформы (по части речи, роду, числу, падежу и т.п.) перечню словосочетаний, начинающихся с **X**. Если совпадение обнаружено, то информация о возможности (но не обязательности) данного словосочетания приписывается первому слову предполагаемого словосочетания и передается на синтаксический анализ. Отсутствие совпадения указывает на отсутствие данного словосочетания в предложении.

Этот алгоритм в общем случае усложняется из-за того, что слова, образующие словосочетания, могут идти не подряд.

Завершает работу МА блок, называемый **предсинтаксис**. В задачу данного блока входит подготовка данных, упрощающая работу синтаксического анализа:

- 1) формируются номера уровней словоформ входного предложения;
- 2) помечаются слова, возможно обусловленные предыдущими словами;
- 3) используются предварительные синтаксические фильтры, устраняющие избыточную морфологическую информацию.

Первая из перечисленных задач состоит в выделении (по возможности) уровня каждой словоформы. При этом словоформы основного предложения образуют нулевой уровень, а словоформы придаточных предложений и вложенных друг в друга оборотов (причастных, деепричастных) имеют более высокие уровни по числу вложенности. Выделение уровней позволяет на этапе синтаксического анализа ускорить обработку за счет устранения взаимосвязи слов между разными уровнями.

Вторая из задач состоит в том, чтобы пометить словоформы, идущие за количественными числительными (не типа 1), как словоформы, которые подозрительны на обусловленность, запомнить наличие (отсутствие) частицы «не», обуславливающей синтаксическое отношение ПРЕД (изменяющее падеж с именительного на родительный), и т.п.

В завершение работы МА на основе синтаксических фильтров (например, согласование прилагательных со следующим за ними существительным по падежу, роду и числу и т.п.) осуществляется отбрасывание избыточной морфологической информации. Например, как отмечено ранее, словоформе «*территории*» будет приписано пять МИ (род. п., ед. ч., ж. р.; дат. п., ед. ч., ж. р.; предл. п., ед. ч., ж. р.; им. п., мн. ч.; вин. п., мн. ч.). Однако если перед данной словоформой стоит предлог «*на*» (требующий винительного и дательного падежей), то три из этих МИ будут устранены. Оставшаяся омонимия («*нападал на территории* пяти государств» и «*на территории* района») будет разрешена с помощью синтаксиса и семантики.

Упражнение 3: опишите алгоритм процедурного морфологического анализа с использованием любого формального языка описания алгоритмов.

Упражнение 4: используя разработанный алгоритм процедурного морфологического анализа, протестируйте его на примере анализа нескольких словоформ любого предложения естественного языка.

Выше был рассмотрен один из подходов к реализации морфологического анализа словоформ. Следует подчеркнуть, что наряду с морфологическим анализом можно также говорить о **морфемном анализе**, который заключается в разборе словоформы на составляющие ее морфемы. Морфемный анализ может быть также предварительным этапом морфологического анализа.

Обратным по отношению к морфологическому анализу является **морфологический синтез**, задача которого заключается в формировании словоформ путем сложения морфем. Для осуществления синтеза словоформ используются **правила словообразования**.

Слова в русском языке образуются следующими основными способами [4] (*Русск_Я-1984спр*):

- приставочным;
- суффиксальным;
- приставочно-суффиксальным;
- бессуффиксным;
- сложением;
- переходом из одной части речи в другую.

Учитывая типологию морфем и основные способы образования слов, несложно разработать алгоритмы и реализовать соответствующие им программы автоматического морфологического синтеза словоформ. Указанные алгоритмы часто используются разработчиками также с целью **сжатия словаря**. В таких случаях в прикладной естественно-языковой системе хранится информация об основных морфемах и их значениях. Такая информация является более компактной по сравнению со случаем хранения словарей готовых словоформ. В процессе работы со сжатым словарем используются алгоритмы словообразования для получения необходимых словоформ.

Существуют также алгоритмы морфологического анализа, реализованные по принципу «анализ через синтез». В таких алгоритмах осуществляется попытка синтезировать анализируемую словоформу, а затем сравнить полученный результат с входной словоформой. Если совпадение достигается, то делается вывод о правильности словоформы. Аналогичный подход часто используется для проверки орфографических ошибок в текстах.

2.3. Формальная модель синтаксиса. Синтаксическая база знаний

Как указывалось в определении 2.5, **синтаксис** – это раздел науки о языке, изучающий словосочетание и предложение. Основными его разделами являются **синтаксис**

словосочетания и синтаксис предложения. Из слов и словосочетаний образуются предложения. Предложение является минимальной значимой единицей коммуникации.

В данном разделе рассматриваются основные положения синтаксиса, формальные модели, используемые для описания синтаксической структуры предложений, основы синтаксического анализа и синтеза предложений.

2.3.1. Понятие предложения. Типология предложений

Определение 2.18. Предложение – наименьшая единица общения. При помощи предложения мы выражаем свои мысли и чувства, обращаемся друг к другу с вопросами, советами, просьбами, приказаниями.

Все слова в предложении связаны между собой. **Главные члены** (подлежащее и сказуемое) составляют грамматическую основу предложения. Остальные члены предложения являются **второстепенными**.

Предложения бывают **простые** и **сложные**.

Сложное предложение состоит из двух или нескольких простых предложений. Сложное предложение, как и простое, представляет собой единое целое. Предложения, которые входят в его состав, связаны друг с другом по смыслу и интонацией.

При анализе предложений люди, знающие язык, умеют выполнять следующие операции [2] (*Апресян Ю.Д.1995 сб1-Лекси_С*):

- Строить на соответствующем языке текст, выражающий нужное значение (способность говорения).
- Извлекать значение из воспринимаемого текста (способность понимания).
- Соединять слова друг с другом идиоматично (по сложившейся традиции или норме, а не по правилам).
- Устанавливать различные семантические отношения между высказываниями:
 - отношение синонимии;
 - отношение логического следования.
- Устанавливать различные семантические свойства предложений, а именно, отличать семантически правильные предложения от семантически неправильных и семантически связанные предложения от несвязанных.

Рассмотрим еще одно определение предложения.

Определение 2.19. Предложение – наименьшая грамматически оформленная единица речи, выражающая некоторый факт (факты) модели реальности (состояние, событие и т.п.) и общую соотнесенность сообщаемого к реальности [24] (*Попов Э.В.1982 кн-Общен_с_ЭВМ*).

Общая соотнесенность включает в себя:

- отношение сообщаемого к реальности (модальность);
- протекание сообщаемого в рамках определенного времени (синтаксическое время).

Выделяют 2 вида модальности:

- объективная (отношение сообщаемого к действительности);
- субъективная (отношение говорящего к сообщаемому).

Очевидно, что между структурой предложения и выражаемым с помощью этого предложения смыслом существует определенная взаимосвязь.

Информация о реальности в модели представлена в виде многомерной конструкции, а в естественном языке эта информация представляется в виде одномерной (линейно упорядоченной) строки текста.

Одной из задач грамматики естественного языка является линейное упорядочение слов. Данной задаче предшествует задача определения границ предложения и его типа. О том, каким образом и на основании чего человек осуществляет указанный выбор, известно ничтожно мало. О структуре предложения известно больше.

Предложение как единица речи оформляется в соответствии с определенным коммуникативным заданием, и его грамматическая структура зависит от задач целенаправленного сообщения.

Грамматическая структура предложения предполагает выделение в его составе следующих компонентов:

- члены предложения;
- словосочетания.

Предложение – есть минимальная и вместе с тем основная единица речевого общения [33] (*Язык_С-1990* *nos*). Процесс речевого общения представляет собой обмен мыслями, но не обмен морфемами, словами и словосочетаниями. Когда говорят, что предложение есть основная единица общения, фактически утверждают, что оно способно передавать мысль (или что оно наделено смыслом) и что эта мысль по поводу определенного предмета. В предложении получает языковое выражение «относительно законченная, завершенная мысль», поскольку законченная мысль определена в тексте.

В то же время предложение как особая синтаксическая конструкция языка определяется содержательными и формальными признаками, причем его грамматическая структура состоит из компонентов, называемых **членами предложения** (подлежащее, сказуемое и т.п.), которые могут быть словами и словосочетаниями.

Формальным признаком окончания предложения в тексте служит пунктуация. В устной речи она интонационно оформлена, по окончании предложения следует пауза.

В естественном языке существуют различные типы предложений.

По характеру выражаемого в предложении отношения к реальности (объективной модальности) различают предложения:

- утвердительные;
- отрицательные.

По цели высказывания и по зависящей от этой цели интонации:

- повествовательное;
- вопросительное;
- побудительное.

Каждое из них может стать восклицательным при соответствующей эмоциональной окраске.

В зависимости от количества предикативных единиц (действий или состояний модели реальности) различают предложения:

- простые (один предикат);
- сложные (более одного предиката).

В качестве **предикатных форм** в предложении могут выступать следующие части речи:

- глагол;
- краткое прилагательное;
- отглагольное существительное;

- причастие;
- деепричастие.

На рис. 2.9 приведена обобщенная классификация предложений для русского языка.

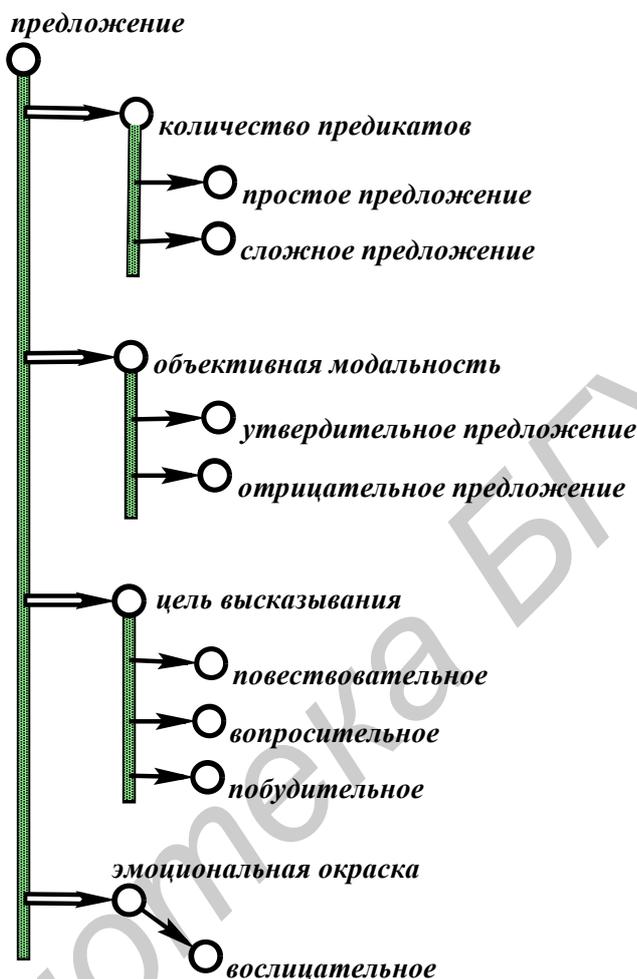


Рис. 2.9. Классификация предложений для русского языка

Приспособление грамматической структуры предложения к задачам коммуникации называется его **актуальным членением**.

При актуальном членении в предложении выделяют следующие компоненты:

- **тема** (= данное, основа) – то, что известно;
- **рема** (= новое, ядро) – то, что сообщается, то, ради чего построено предложение.

В состав темы и ремы могут входить как главные, так и второстепенные члены предложения; их перераспределение между темой и ремой регулируется коммуникативным заданием.

Рассмотрим пример выделения темы и ремы для предложения:

Николай придет завтра?

Такое предложение в речи может быть произнесено с тремя разными интонациями, определяющими его смысл, так как не ясно, что неизвестно задающему вопрос:

- *Николай* (или кто-то другой?);
- *придет* (или прилетит?);

- *завтра* (или в другой день?).

В речи выделение ремы (нового) делается логическим ударением. Например: «*Николай придет завтра?*» –

- **тема** (известное): *Николай придет*;
- **рема** (новое): *завтра.*

На рис. 2.10 приведены все варианты актуального членения рассмотренного выше предложения.

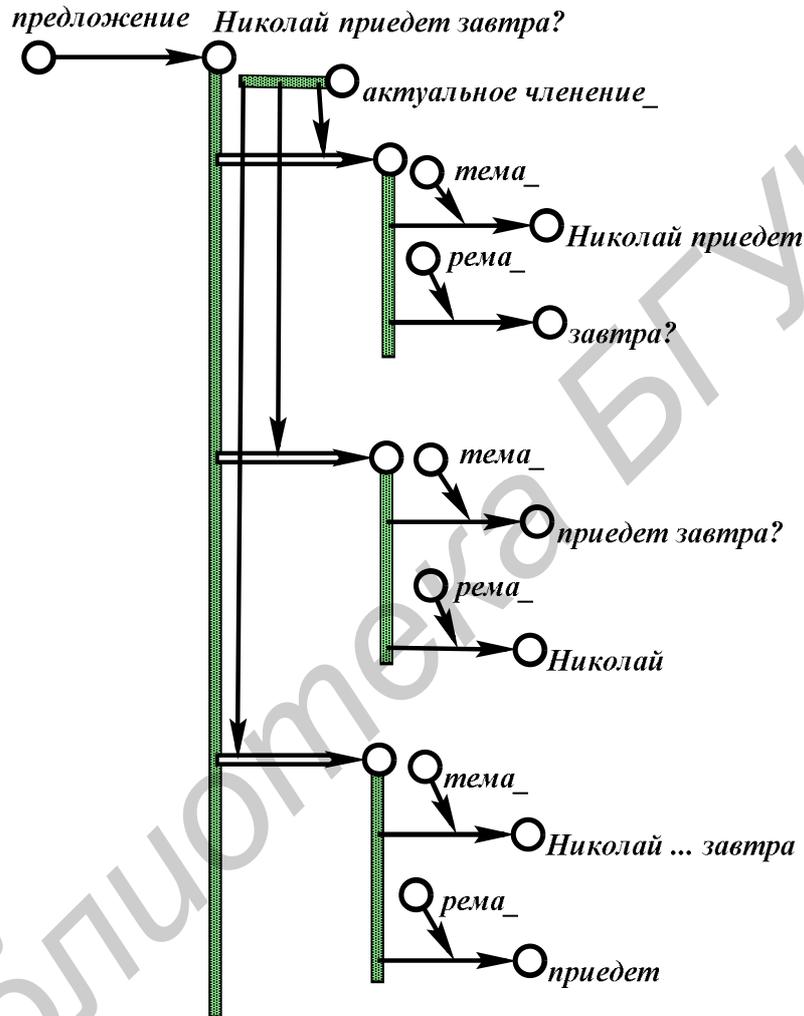


Рис. 2.10. Пример актуального членения предложения

Следует отметить, что особое значение учет актуального членения предложения имеет в речевом интерфейсе [18] (Лобанов Б.М..2006уч-Речев_И).

2.3.2. Словосочетание и члены предложения. Классификация словосочетаний. Типы сочетаемости слов

Словосочетание представляет собой сочетание двух или нескольких самостоятельных слов, связанных друг с другом по смыслу и грамматически. Словосочетание состоит из главного и зависимого слов.

Например: *родная страна, мирный труд, стоять у знамени, очень интересный.*

Будем рассматривать предложение как словосочетания (одно или несколько), связанные с одним или несколькими **предикатными формами** или как одно отдельное словосочетание [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

В используемой трактовке словосочетание не включает в себя предикатные формы за исключением отглагольных существительных.

Определение 2.20. Словосочетание – это смысловое и грамматическое объединение нескольких полнозначных слов (в вырожденном случае – одно слово) [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Часто **словосочетание** рассматривают как результат членения (сегментирования) предложения. В этом случае говорят, что:

- **словосочетание** является результатом первого членения предложения на единицы, обладающие некоторой смысловой целостностью;
- **слова** являются результатом второго членения предложения;
- **морфемы** – результат третьего членения предложения.

В самом общем виде различие между сегментами первого, второго и третьего членения сводится к различию большей или меньшей конкретности их значений.

Рассмотрим пример членения предложения:

Мой старший брат хорошо катается на слаломных лыжах.

Результат сегментирования указанного предложения приведен на рис. 2.11.

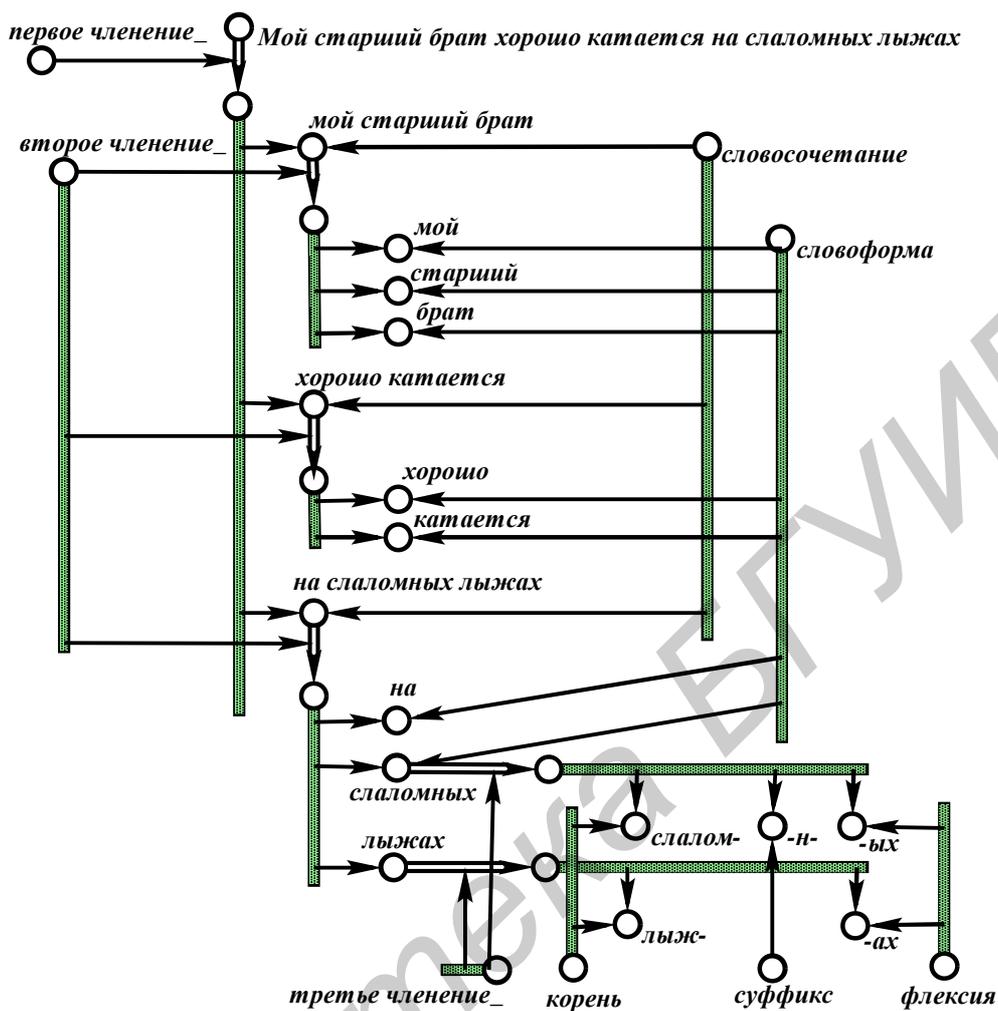


Рис. 2.11. Пример сегментирования предложения

Сегменты второго членения (слова) имеют более общее значение, т.е. их значения не ставятся в узкие рамки сегментов первого членения как частей определенного предложения.

Значения единиц первого и второго членения состоят из *лексического значения* (т.е. содержания, свойственного слову или словосочетанию) и *грамматического значения* (т.е. грамматических категорий, которые приписаны слову или словосочетанию).

Рассмотрим классификацию словосочетаний. Классификация словосочетаний опирается на понятие **сочетаемости** [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

Пусть слово **A** синтаксически непосредственно или опосредствовано связано со словом (словосочетанием) **B**.

Определение 2.21. Под **морфосинтаксической сочетаемостью** [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*) слова **A** (или морфосинтаксическими ограничениями на сочетаемость **A**), синтаксически связанного со словом **B**, понимают информацию о части речи или синтаксическом статусе **B** и о грамматической (в частности предложно-падежной) форме, в которой должно стоять **B**.

Например, разные морфосинтаксические ограничения у неточных синонимов *ошибаться* (адресом) – *перепутать* (адрес) и т.п.

Определение 2.22. Лексическую сочетаемость А [24] (Попов Э.В.1982кн-Общес_ЭВМ) (лексические ограничения на сочетаемость **А**) составляет информация о том, каким должно быть слово **В** (или класс слов **В1, ..., Вn**), с которым синтаксически связано слово **А**.

Например, слово *ошибаться* лексически сочетается только с небольшой конкретной группой существительных: *адрес, дом, дверь, номер, этаж* и т.п. (например *ошибаться дверью*). Эти существительные можно задать только поименно, а не с помощью какого-либо семантического признака. Близкий по смыслу глагол *перепутать* сочетается и с другими словами: *книга, шляпа, дата, должность* и т.п.

Определение 2.23. Семантическую сочетаемость А [24] (Попов Э.В.1982кн-Общес_ЭВМ) (семантические ограничения на сочетаемость **А**) составляет информация о том, какими семантическими признаками должно обладать слово **В**, синтаксически связанное с **А**. О семантических, а не лексических ограничениях на сочетаемость **А** разумно говорить лишь в тех случаях, когда любое слово **В**, имеющее требуемый семантический признак, способно сочетаться с **А**.

Например, *перевозить* можно *физические объекты ограниченного размера* (*станки, детали, лошадей* и т.п.).

Информация о сочетаемости является сугубо индивидуальной и может быть описана только в словаре (а не в грамматике языка) в виде **модели управления** (МУ) и **лексических функций** (ЛФ), которые подробно будут рассмотрены ниже.

2.3.3. Синтаксическая структура предложения

Как указывалось в п. 2.1.3, полученная в результате морфологического анализа информация используется для установления грамматических отношений между словами в предложении. Эти отношения выделяются в процессе **синтаксического анализа**, целью которого является формирование синтаксической структуры предложения. Синтаксический анализ включает два подэтапа: поверхностный синтаксический и глубокий синтаксический анализ.

Грамматические отношения между словами выделяются на этапе **поверхностного синтаксического анализа**. Его результатом является одна из возможных поверхностных синтаксических структур предложения. Поверхностно-синтаксическая структура является формальным описанием предложения, максимально приближенным к текстовой фразе.

Для формального описания синтаксической структуры предложения используются два основных способа:

- **системы составляющих;**
- **деревья синтаксического подчинения** (= деревья зависимостей, = деревья подчинения).

При построении систем составляющих последовательность словоформ в предложении называют **цепочкой**. Вхождения словоформ в цепочку называют ее **точками**.

Определение 2.24. Множество **С** отрезков цепочки **х** называется **системой составляющих** этой цепочки, если оно удовлетворяет двум условиям [24] (Попов Э.В.1982кн-Общес_ЭВМ):

- 1) множество **С** содержит отрезок, состоящий из всех точек цепочки **х**, и все одноточечные отрезки **х**;
- 2) любые два отрезка из **С** либо не пересекаются, либо один из них содержится в другом.

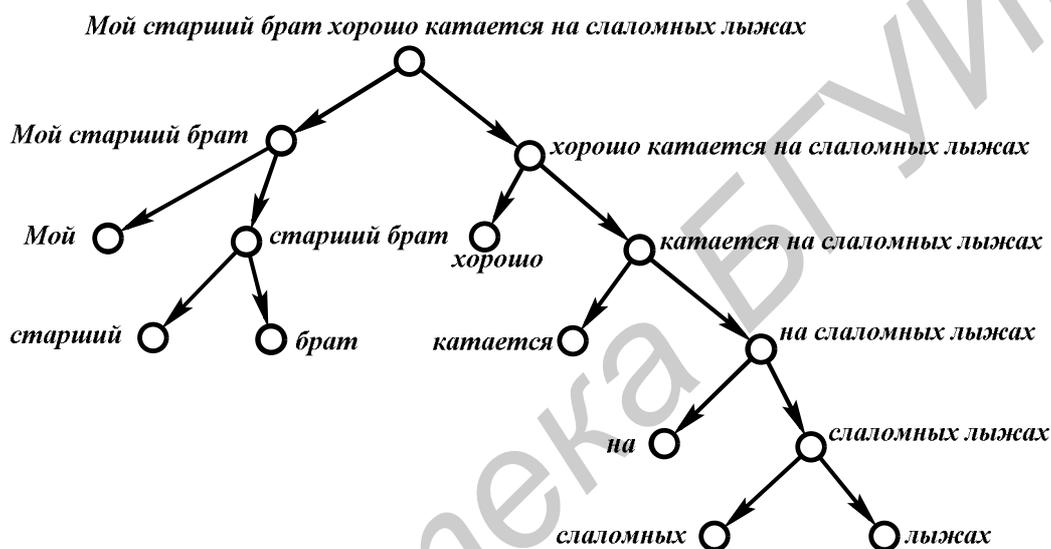
Элементы **С** называются **составляющими**. Одноточечные отрезки называются **точечными (тривиальными) составляющими**.

При интерпретации цепочки как предложения естественного языка система составляющих может выражать информацию о синтаксической структуре предложения, а нетривиальные составляющие (при подходящем выборе системы составляющих) соответствуют словосочетаниям. Система составляющих предложения указывает в нем словосочетания разных «уровней».

Рассмотрим пример системы составляющих для предложения «Мой старший брат хорошо катается на слаломных лыжах»:

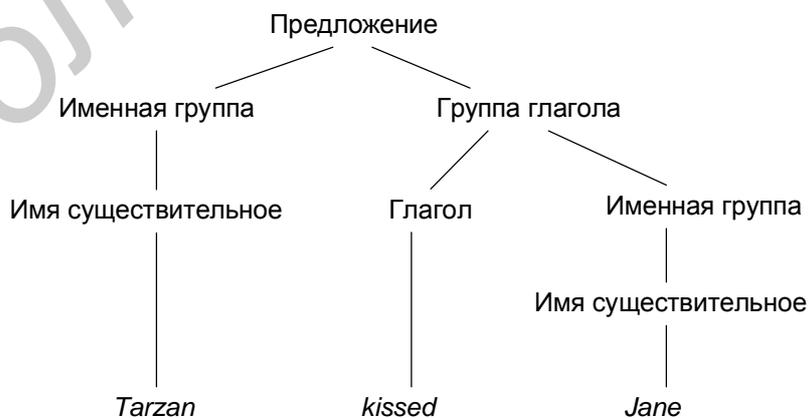
(Мой (старший брат)) (хорошо (катается (на (слаломных лыжах))))).

Так же как деревья зависимостей, цепочки составляющих могут быть представлены в графическом виде (рис. 2.12). Кроме того, используются размеченные системы составляющих.



Р и с . 2 . 1 2 . Графическое представление системы составляющих

Примером использования системы составляющих является дерево грамматического разбора, которое используется в зарубежной практике и строится в системах естественно-языкового общения, например, на английском языке (рис. 2.13), в котором более жесткая структура предложения, чем в русском языке [36] (*Люгер Дж. Ф. 2003 кн-Искус_И*).



Р и с . 2 . 1 3 . Пример дерева грамматического разбора

На рис. 2.14 приведен пример дерева зависимостей для рассмотренного выше предложения.



Рис. 2.14. Пример дерева зависимостей

Не приводя определения дерева зависимостей, поясним, что при его построении на первом шаге осуществляется поиск предикатной формы. В данном примере это глагол *катается*. После этого проводятся дуги зависимостей между словами, которые в предложении грамматически связаны друг с другом. Благодаря языковой интуиции, для человека построение дерева зависимостей не составляет труда. Необходимо просто ставить вопросы от одного слова к зависящим от него другим словам и соединять такие слова дугами зависимостей.

Для приведенного примера от предиката *катается* можно поставить следующие вопросы:

- Катается кто? – *брат*;
- Катается как? – *хорошо*;
- Катается на чем? – *на ...* – в случае предлогов в деревьях зависимостей проводятся дуги сначала к предлогу, а затем от предлога к связанному с ним слову.

Далее ставим вопросы от слова *брат*:

- Брат какой? – *старший*;
- Брат чей? – *мой*.

Аналогично обрабатывается слово *лыжах*.

Существует два способа изображения деревьев подчинения: в линейной (см. рис. 2.14) и графической форме (рис. 2.15).

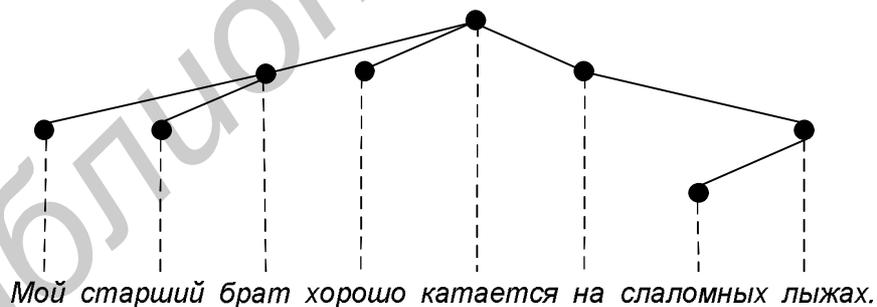


Рис. 2.15. Графическое изображение дерева зависимостей

Для более точного представления об отношениях между словами в предложении строятся размеченные деревья подчинения, на дугах которых проставляются наименования соответствующих отношений.

Например, в [8] (*Гладкий А.В.1985ст-Синта_С*) приводятся следующие виды синтаксических отношений (рис. 2.16):

- пред. – отношение между сказуемым и подлежащим (предикативное);
- аппоз. – существительным и приложением к нему (аппозитивное);
- опред. – существительным и его согласованным определением (определительное);
- атр. – существительным и его несогласованным определением (атрибутивное);

- обст. – глаголом и его обстоятельством (обстоятельственное);
- отпредл. – предлогом и управляемым им существительным (отпредложное);
- агент. – сказуемым и именем деятеля, выраженным существительным в творительном падеже, как в предложении «Дом построен рабочими» (агентивное);
- 1 об. – сказуемым и прямым дополнением (первое объектное);
- 2 об. – сказуемым и косвенным дополнением (второе объектное);
- присвяз. – глаголом-связкой и именной частью сказуемого (присвязочное).

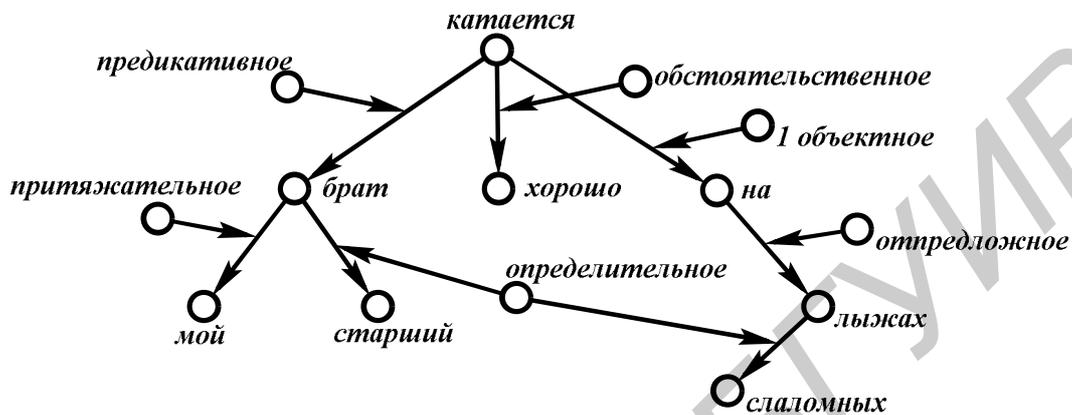


Рис. 2.16. Размеченное дерево зависимостей

Упражнение: сравните рис. 2.12 и 2.16 и дайте характеристику двум методам построения структуры предложения: системам составляющих и деревьям подчинения. Выделите достоинства и недостатки каждого из методов.

Специалистами разрабатываются различные модификации и уточнения деревьев зависимостей, для того чтобы получить универсальный метод описания структуры предложения. Это связано с тем, что русский язык имеет «мягкий» синтаксис, т.е. слова в предложении могут стоять почти в любом месте, но выполнять при этом определенные синтаксические роли. Кроме того, практика показывает, что для одного и того же предложения часто можно построить несколько возможных деревьев подчинения. В основном это происходит в тех случаях, когда без контекста (без рассмотрения предложения в дискурсе) предложение может быть истолковано (понято) по-разному. Например, в [8] (Гладкий А.В. 1985 ст-Синта_С) приводится пример предложения:

Школьники из Старицы поехали в Торжок.

Для данного предложения можно построить как минимум 2 дерева подчинения.

Упражнение: постройте для предложения «Школьники из Старицы поехали в Торжок» два дерева синтаксического подчинения.

Упражнение: приведите примеры предложений, для которых можно построить более одного дерева зависимостей.

Так как системы составляющих являются наиболее приближенными к тексту предложения, то они могут использоваться на поверхностном синтаксическом уровне анализа естественно-языкового текста. Системы составляющих в реальных приложениях могут быть использованы лишь в случае четко фиксированных ограничений на структуру предложений. Наибольшее распространение системы составляющих получили в системах обработки текстов искусственных языков (например, языков программирования, для которых характерен «жесткий» синтаксис).

Для получения глубинной синтаксической структуры дерева зависимостей являются более предпочтительными, так как они более точно отражают связи слов в предложении и

соответствующие глубинно-синтаксические отношения. В ряде формальных моделей языка дерева зависимостей используются именно на этом уровне. Для их автоматического построения (либо в процессе анализа текста, либо в процессе синтеза) разрабатываются специальные «вспомогательные конструкции», основными из которых в данной работе являются лексические функции и модели управления слов (см. ниже).

2.4. Семантика. Семантический анализ. Семантическая база знаний

Как указывалось в определении 2.6, **семантика** – раздел науки о языке, изучающий вопросы образования и использования лексических значений слов, а также смысла словосочетаний, предложений и других более сложных текстовых конструкций.

Так как этап **глубинно-синтаксического анализа** тесно связан с **семантическим анализом**, детали этого этапа и особенности построения глубинно-синтаксической структуры предложения будем рассматривать в данном разделе. На этапе глубинно-синтаксического анализа невозможно обойтись без апелляции к семантике. Из рассуждений ниже станет ясно, почему это так. Кроме того, ведущие специалисты в области анализа естественно-языковых текстов сходятся во мнении, что сложно провести четкую грань между глубинно-синтаксическим уровнем и поверхностно-семантическим. Поэтому этапы анализа ЕЯ-текстов, приведенные в подразд. 2.1, являются весьма условными.

Как указывалось выше, выделение в структуре предложения глубинно-синтаксического уровня связано с тем предположением, что между словами в предложении должны существовать связи более глубинного характера, чем те, которые выявляются в процессе поверхностного синтаксического анализа на уровне грамматики. Именно наличие этих связей позволяет человеку строить разные предложения для выражения одного и того же смысла. Более того, в различных естественных языках синтаксические правила построения предложений могут очень сильно отличаться друг от друга, но это не мешает людям переводить тексты с одного языка на другой и понимать друг друга.

Основной целью общения, взаимодействия собеседников в диалоге является достижение **понимания**, определения **смысла** (семантики) сказанного. Если человек не знает смысла (лексических значений) тех или иных слов, ему трудно понять другого. В то же время, если человек недостаточно хорошо знаком с особенностями построения синтаксической структуры предложений, ему также трудно определить смысл высказывания.

Проблемы «формального описания» смысла предложений и текстов естественного языка решаются в рамках различных моделей языка. Существует несколько «семантических» моделей языка, т.е. моделей, в рамках которых большое внимание уделяется вопросам семантики. Все они относятся к моделям типа СМЫСЛ – ТЕКСТ [2, 3] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С; Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я*).

2.4.1. Модель СМЫСЛ – ТЕКСТ

«Модели типа СМЫСЛ – ТЕКСТ есть не порождающее устройство – не генератор текстов (как порождающие грамматики), а транслятор текстов в смыслы и обратно. Идея использования для описания естественного языка подхода СМЫСЛ – ТЕКСТ пробивала себе путь в теоретической лингвистике с большим трудом, несмотря на ее очевидность для создателей диалоговых систем» [24] (*Понов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Практически все модели типа СМЫСЛ – ТЕКСТ создавались с целью решения задачи машинного перевода (МП), а не для создания систем общения пользователя с ЭВМ на естественном языке. Тем не менее у систем МП и диалоговых ЕЯ-систем существует много общего. Поэтому необходимо рассмотреть основные положения моделей СМЫСЛ – ТЕКСТ. В процессе практической реализации ЕЯ-систем указанные модели могут быть уточнены и доработаны под нужды конкретных приложений.

Основная задача создания моделей типа СМЫСЛ – ТЕКСТ заключается в разработке формального семантического языка, с помощью которого затем осуществляется описание семантики естественного языка.

В данном пособии будем опираться на результаты работ школы российского ученого Ю. Д. Апресяна, автора огромного количества работ, посвященных семантике русского языка. Его результаты послужили основой для реализации ряда прикладных естественно-языковых систем [24] (*Попов Э. В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ*).

Большой вклад в развитие семантики и разработку семантического языка внес белорусский ученый, профессор Минского лингвистического университета Виктор Владимирович Мартынов [20] (*Мартынов В. В. 1982 кн-Катег_Я*). Его работы, посвященные разработке языка – Универсальный семантический код (УСК) [19] (*Мартынов В. В. 1977 кн-Униве_С_К*), были использованы в конце XX в. в проекте «Изобретающая машина». Ввиду ограниченности объема в данном пособии нет возможности рассмотреть основные положения языка УСК. Поэтому читателю предлагается изучить эти труды самостоятельно, используя предложенный список литературы.

Ю. Д. Апресян дает следующее определение формального семантического языка.

Определение 2.25. Семантический язык – это формальный язык для описания семантики естественного языка.

Семантический язык может являться подмножеством естественного языка. Двумя важнейшими компонентами семантического языка являются:

- словарь;
- синтаксис.

Словарь семантического языка должен удовлетворять следующим условиям:

- Каждое его слово должно выражать ровно одно элементарное значение.
Например, если какая-то часть значения прилагательного *короткий* толкуется с помощью слова *небольшой*, то в толкованиях прилагательных *низкий*, *узкий*, *тонкий*, *легкий* и др. она должна быть представлена тем же самым словом, а не словами *малый*, *незначительный* и т.п.
С другой стороны, если *узкий* истолковано как «*небольшой в поперечнике*», а *широкий* – как «*большой в поперечнике*», то нельзя толковать *тонкий* как «*небольшой в поперечнике*» и *толстый* как «*большой в поперечнике*».
- Каждое элементарное значение должно выражаться ровно одним словом семантического языка.

Синтаксис семантического языка должен обеспечивать однозначность записи значений. Формально синтаксис может быть представлен различными способами:

- деревьями зависимостей;
- словесными формулировками.

Единицами глубинно-синтаксического языка являются:

- все семантически содержательные слова естественного языка;
- имена фразеологических единиц, каждая из которых стянута в единый узел;
- фиктивные глубинно-синтаксические слова, являющиеся интерпретацией поверхностно-синтаксических отношений;
- фиктивные потенциальные слова для сохранения общности правил перифразирования.

2.4.2. Глубинные падежи и семантические валентности

Большой вклад в разработку языка для записи смысловых структур и форм их фиксации внес Ч. Филмор [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*). Он пришел к выводу, что необходимо указывать не только число аргументов предиката (глагола, сказуемого) в предложении, но и их роли (их семантическое содержание). Одновременно с Филмором подобные идеи развивали и советские лингвисты [2; 3] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С; Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я*).

Филмору принадлежит идея использования так называемых глубинных падежей (которые позже получили название падежей Филмора).

Рассмотрим как пример две фразы: «*Студент написал реферат*» и «*Реферат, написанный студентом*». В первом предложении субъект действия «*написал*» – это «*студент*». Слово «*студент*» играет здесь роль подлежащего, о чем свидетельствует именительный падеж (рис. 2.17). Во втором предложении роль подлежащего играет слово «*реферат*», а слово «*студент*» стоит в творительном падеже. Но субъектом действия «*написал*» и здесь остается все тот же «*студент*». А «*реферат*» в любом из двух приведенных предложений играет роль объекта действия. Отметим, что выделение в предложении членов предложения относится к этапу поверхностного синтаксического анализа. Определение же ролей слов в предложении – это этап глубинного синтаксического анализа.

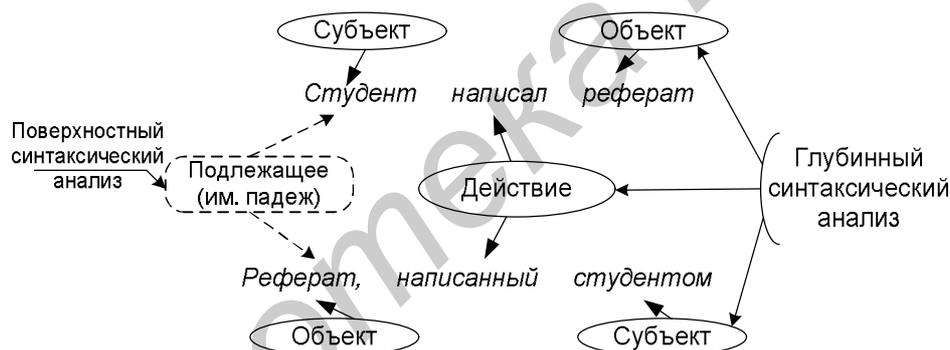


Рис. 2.17. Выделение глубинных падежей

Понимание ситуации, описываемой любым из этих предложений, заключается, в частности, в том, что мы выделяем в тексте некоторое действие, а также его субъект и объект [25] (*Поспелов Д.А.ред.1994слов-Инфор*). Позиции субъекта и объекта являются примерами глубинных падежей, которые ввел Филмор. Два падежа (субъектный и объектный) не единственные. Разные исследователи выделяют разное количество таких падежей, например:

- действие;
- субъект;
- объект;
- инструмент;
- время;
- пространство (место);
- средство.

Это **роли** (содержания), приписываемые лексическим единицам в составе предложения. Синтаксическая структура, построенная на основе глубинных падежей (глубинная синтаксическая структура), позволяет перейти от синтаксического уровня предложения к семантическому.

Ю. Д. Апресян [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*), который наряду с Филмором занимался исследованием глубинных падежей (ролей) слов в предложении, использовал для них наименование **валентность**.

Определение 2.26. Валентности слова присоединяют к нему синтаксически зависимые слова. Каждой валентности слова соответствует переменная в **толковании** его значения (подробно см. п. 2.4.7).

Различают следующие виды валентностей:

- семантические;
- синтаксические.

Определение 2.27. Семантические валентности (актанты ситуации) вытекают непосредственно из лексического значения слова, характеризуют его как конкретную, отличную от других лексическую единицу.

Определение 2.28. Синтаксические валентности отражают грамматическую способность слов подчинять другие словоформы.

Рассмотрим процесс определения набора валентностей для предиката на примере. Пусть дана ситуация *аренды*, которая обозначается предикатом «арендовать», что можно записать следующим образом:

А арендует С

Толкование слова «арендовать» следующее [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*): «за какое-то вознаграждение **D** лицо **A** приобретает у другого лица **B** право на эксплуатацию недвижимой собственности **C** в течение времени **T**».

В качестве **семантических валентностей** (актантов ситуации) в данном примере выступают переменные **A, B, C, D, T**:

- **A** – субъект аренды (тот, кто арендует);
- **C** – первый объект аренды (то, что арендуют);
- **B** – контрагент (тот, у кого арендуют);
- **D** – второй объект аренды (то, за что арендуют);
- **T** – срок (то, насколько арендуют).

Эти актанты достаточны и необходимы, т.е. полностью определяют именно ситуацию аренды. Любые изменения в их составе или числе привели бы к ее трансформации в какую-то другую ситуацию.

Рассмотрим примеры трансформации ситуации аренды:

- Устранение представления о сроке **T** трансформирует аренду в родственные, но нетождественные ей ситуации *купли-продажи*.
- Устранение представления о первом объекте **C** (*том, что арендуют*), с необходимыми изменениями, дает ситуацию *займа*.
- Если исключены срок **T** и второй объект **D** (*вознаграждение*), то получается ситуация *передачи*.

Ничто в ситуации аренды не требует указания того, по какой причине, где, когда, с какой целью она осуществляется. В то же время словоформы с причинным, местным, временным, и целевым значениями к глаголу «арендовать» присоединимы. Таким образом образуются **синтаксические валентности**:

- Арендовать *из-за безземелья* охотничьи угодья.
- Арендовать *прошлым летом под Москвой* садовый участок.
- Арендовать клуб *для проведения собрания*.

У большинства слов семантических валентностей немного: от **одной** до **трех**, реже четырех и больше, но примерно до **шести-семи**.

Морфологическое выражение (реализация) валентностей часто идиоматично, т.е. зависит не только от содержания валентности, но и от того слова, которому оно принадлежит. Например, объектная валентность:

- *наказывать кого-либо* и *взыскивать с кого-либо*;
- *продавать товар* и *торговать товаром*;
- *влиять на что-либо* и *сказываться (отражаться) на чем-либо*.

Для осуществления синтаксического анализа (как поверхностного, так и глубинного) необходимы следующие декларативные синтаксические знания о языке [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

- Перечень синтаксических отношений, устанавливаемых между словами обрабатываемого предложения.
- Сведения о грамматике русского языка, представленные в виде синтаксических фильтров.
- Синтаксическая компонента **модели управления** конкретных лексем.
- **Лексические функции** конкретных лексем.

Ниже подробно рассмотрены модели управления слова и лексические функции.

2.4.3. Модель управления слова

Определение 2.29. Модель управления слова (МУС) – это особая зона словарной статьи, в которую помещена синтаксическая и семантическая информация о данной лексеме [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*).

Модель управления (одну или несколько) могут иметь [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

- глагол;
- деепричастие;
- краткое прилагательное;
- полное прилагательное, образованное от глагола;
- отглагольное существительное;
- предлог.

В состав МУС входят:

- перечень **семантических валентностей** лексемы;
- **синтаксическая компонента** (зона), в которой определяется, какими морфологическими характеристиками должны обладать реализации каждой из валентностей;
- **семантическая компонента**, которая определяет:
 - какими семантическими категориями (свойствами) должны обладать словоформы, реализующие соответствующую валентность;
 - какие семантические отношения соответствуют синтаксическим отношениям из МУС.

Модель управления слова А может быть изображена в виде таблицы, в которой каждой семантической валентности А отведен один столбец (независимо от его синтаксической реализуемости). Тогда в первой строке таблицы перечисляются валентности, во второй строке задается синтаксическая компонента МУС, а в третьей – семантическая.

В табл. 2.2 приведен пример групповой модели управления для глагола *колотить* [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*). МУ трехвалентного глагола *колотить* имеет четыре столбца. Семантическими валентностями глагола *колотить* являются:

- кто (субъект, агент – **А**);

- что (объект, тема – **T**);
- чем (инструмент – **I**).

Например:

Иван (агент) колотит Петра (тема) кулаком (инструмент).

Помимо перечисленных трех валентностей, в МУ слова *колотить* добавляется еще одна, обозначающая поражаемую часть объекта (**P**), как, например, в предложении:

Иван колотит Петра кулаком по спине.

Строго говоря, *по спине* можно трактовать и как объект, но тогда *Петра* надо трактовать как определяющее слово к слову *по спине*, т.е. форма *Петра* есть дополнение, выражающее семантическую валентность не самого глагола *колотить*, а его объекта.

МУС слова «колотить»

Таблица 2.2

1- A (субъект, кто)	2- T (объект, что)	3- I (инструмент, чем)	4- P (поражаемая часть объекта)
Сущ., им. п.	2.1. S вин. 2.2. <i>по</i> (требуемое после себя S дат.) 2.3. <i>в</i> (S вин.)	3.1. S тв.	4.1. <i>по</i> (S дат.) 4.2. ∅
Одушевленный предмет	2.1. одуш. предмет или физ. объект 2.2. неодуш. предмет (часть другого предмета или достаточно большой предмет) 2.3. преграда	–	Часть тела объекта B

В столбцах синтаксической компоненты МУ могут быть использованы следующие характеристики:

- части речи, которые могут использоваться для реализации соответствующей валентности в предложении, с указанием значений конкретных морфологических категорий. Например, для существительного, которое в таблице обозначается латинской буквой S, указывается падеж, в котором существительное должно быть употреблено в предложении;
- конкретные лексемы (обычно предлоги). Для предлогов, допускающих после себя существительные в различных падежах, обязательно указывается конкретный падеж. Например, *в* (S вин.) или *в* (S предл.);
- конкретная лексема, вводящая придаточное предложение. Данный случай обозначается так: (ПРИД, что). Например: *Петров считает, что он хороший работник.*
- отсутствие кандидата по данному столбцу часто обозначается знаком ∅.

Если рассматриваемая валентность может быть реализована в предложении различными способами, то такая информация в столбце таблицы указывается путем перечисления всех возможных морфологических форм с их порядковой нумерацией. Например, во втором столбце табл. 2.2 перечислено 3 варианта реализации объектной валентности. Такие модели управления называются **групповыми**.

В целях компактности записи МУС иногда записывается не в виде таблицы, а в виде **строки**. Например, для глагола *колотить* **линейная запись** имеет следующий вид:

1) S им.; 2) (2.1. S вин.) V (2.2. *по* (S дат.)) V (2.3. *в* (S вин.)); 3) S тв.; 4) *по* (S дат.).

МУС используется для построения дерева подчинения (глубинно-синтаксической структуры) предложения. Так как дерево подчинения удобнее всего изображать в графическом виде, то

и используемые для его построения МУС часто изображаются в виде **дерева**. Например, на рис. 2.18 приведен пример графического изображения МУ слова *колотить*.

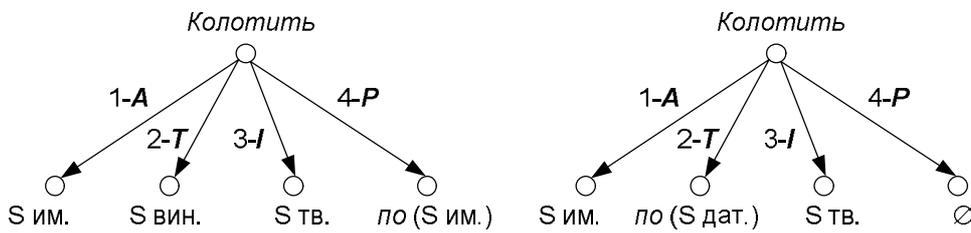


Рис. 2.18. Представление модели управления слова в виде графа

Итак, МУС можно описывать (изображать) различными способами:

- таблица (см. табл. 2.2);
- линейная запись;
- графическое изображение (древовидный граф) (см. рис. 2.18).

Упражнение: постройте самостоятельно МУС для слова «арендовать» и представьте ее тремя возможными способами.

Рассмотрим примеры наименований валентностей [2] (*Апресян Ю.Д. 1995 сб1-Лекси_С*), которые могут быть использованы в МУС. Как правило, наименование валентности указывается на дугах, обозначающих связи подчинения в глубинно-синтаксической структуре.

1. **Субъект** \xrightarrow{Sub} : поезд \xleftarrow{Sub} движется; помощь \xleftarrow{Sub} преподавателя.
2. **Контрагент** $\xrightarrow{Contrag}$: покупать $\xrightarrow{Contrag}$ у кого; больше $\xrightarrow{Contrag}$ моря.
3. **Глава** \xrightarrow{Cap} : вина \xrightarrow{Cap} перед коллективом.
4. **Объект** \xrightarrow{Obj} : гладить \xrightarrow{Obj} руку; стрелять \xrightarrow{Obj} в мишень.
5. **Содержание** $\xrightarrow{Content}$: знать $\xrightarrow{Content}$ об отъезде; обдумывать $\xrightarrow{Content}$ проблему.
6. **Адресат** \xrightarrow{Adr} : сообщать \xrightarrow{Adr} собравшимся; информировать \xrightarrow{Adr} врача.
7. **Получатель** \xrightarrow{Recip} : давать \xrightarrow{Recip} детям; дарить \xrightarrow{Recip} людям.
8. **Посредник** \xrightarrow{Via} : передавать \xrightarrow{Via} через секретаря.
9. **Источник** \xrightarrow{Is} : брать \xrightarrow{Is} в кассе взаимопомощи.
10. **Место** \xrightarrow{Loc} : находиться \xrightarrow{Loc} в лесу; жить \xrightarrow{Loc} там.
11. **Начальная точка** \xrightarrow{Ab} : идти \xrightarrow{Ab} оттуда; вывести \xrightarrow{Ab} из леса.
12. **Конечная точка** \xrightarrow{Ad} : идти \xrightarrow{Ad} туда; везти \xrightarrow{Ad} в город.
13. **Маршрут** $\xrightarrow{It\ in}$: идти $\xrightarrow{It\ in}$ по дороге; плыть $\xrightarrow{It\ in}$ через океан.
14. **Средство** \xrightarrow{Med} : прибывать \xrightarrow{Med} гвоздями; жарить \xrightarrow{Med} на масле.
15. **Инструмент** \xrightarrow{Instr} : резать \xrightarrow{Instr} ножом; стрелять \xrightarrow{Instr} из ружья.
16. **Способ** \xrightarrow{Mod} : обращаться \xrightarrow{Mod} плохо; относиться \xrightarrow{Mod} с почтением.
17. **Условие** \xrightarrow{Cond} : компромисс \xrightarrow{Cond} на этих условиях.
18. **Мотивировка** \xrightarrow{Motiv} : награждать \xrightarrow{Motiv} за храбрость.
19. **Причина** \xrightarrow{Caus} : радоваться \xrightarrow{Caus} подарку.
20. **Результат** \xrightarrow{Result} : красить \xrightarrow{Result} в красный цвет.

21. **Цель** \xrightarrow{Dest} : *стремиться* \xrightarrow{Dest} к общему благу.
22. **Аспект** \xrightarrow{Asp} : *превосходить* \xrightarrow{Asp} по качеству.
23. **Количество** \xrightarrow{Quant} : *увеличиваться* \xrightarrow{Quant} в 3 раза.
24. **Срок** \xrightarrow{Period} : *отпуск* \xrightarrow{Period} на 2 месяца; *арендовать* \xrightarrow{Period} на год.
25. **Время** \xrightarrow{Temp} : *начаться* \xrightarrow{Temp} в полночь; *встреча* \xrightarrow{Temp} в 8 часов.

Перечисленные выше валентности обладают следующими свойствами:

- каждая из перечисленных валентностей может выступать как в роли семантической, так и синтаксической;
- между валентностями могут быть определены различные зависимости. Например, понятия начальной и конечной точек являются производными понятия места.

Так как модель управления слова является одним из важнейших компонентов модели СМЫСЛ – ТЕКСТ и используется в процессе автоматического анализа и синтеза естественно-языковых текстов, рассмотрим основные особенности, которые следует учитывать при разработке МУС в процессе формирования декларативных синтаксических знаний о языке.

Состав семантических валентностей слова

Определение состава семантических валентностей в МУС является первым этапом ее создания. Как указывалось при рассмотрении глагола «арендовать», необходимо детально рассмотреть ситуацию, описываемую данным словом. Состав семантических валентностей слова определяется в процессе анализа обозначаемой им ситуации. Полезно при этом использовать формулировки толкований слов с использованием переменных (см. п. 2.4.7). Именно эти переменные и будут выступать в качестве семантических валентностей. Следующим шагом будет являться определение типов валентностей. При этом можно опираться на перечень возможных наименований валентностей, который приведен выше.

Приведем несколько примеров составов валентностей различных групп слов [24] (*Попов Э.В. 1982 кн-Общес_ЭВМ*):

- *Расти* – имеет одну валентность: субъектную (*что растет*).
- *Влияние* – имеет две валентности: субъектная (*кто влияет*), объектная (*на кого влияет*).
- *Переговоры* – имеет три валентности: две субъектные (*кто и с кем проводит переговоры*), содержание (*о чем переговоры*).
- *Покупать, продавать, одалживать, занимать* – 4 валентности.
- *Выпиливать, вырезать, вытачивать, вырубать* – 4 валентности: субъектная (*кто*), объектная (*что*), материал (*из чего*), инструмент (*чем*).

Упражнение: постройте модели управления для указанных выше слов и опишите их различными способами.

Упорядочение валентностей

В процессе формирования наборов МУС для связанных по смыслу групп слов может возникнуть необходимость в упорядочении валентностей в получаемых моделях так, чтобы их было удобно использовать впоследствии. Упорядочение валентностей осуществляется исходя из следующих соображений [2] (*Апресян Ю.Д. 1995 сб1-Лекси_С*):

- степень синтаксической обязательности (чем синтаксически обязательнее словоформа, реализующая данную валентность, тем меньше ее номер);
- естественный порядок появления в тексте;
- соображения симметрии:

- у синтаксических производных слова номера валентностей такие же, как у исходного слова;
- одинаково упорядочиваются слова с близкими значениями;
- сочетаемость слова в качестве лексической функции;
- число значений, для которых данная валентность является семантической.

Рассмотрим процесс упорядочения валентностей актантных существительных.

Определение 2.30. Актантными называются существительные, являющиеся типовыми названиями соответствующих участников ситуации.

Для глагола *лечить* актантными являются следующие существительные:

- S_{sub} (*лечить*) = *врач*.
- S_{obj} (*лечить*) = *пациент*.
- S_{med} (*лечить*) = *лекарство*.

В процессе упорядочения валентностей актантных существительных рекомендуется использовать следующее правило [2] (*Апресян Ю.Д. 1995 сб1-Лекси_С*):

У всякого S_i на первое место выходит i -я валентность, а валентность j , занимавшая первое место исходного слова, переносится на место i -й.

Для актантных существительных глагола *лечить* упорядочение валентностей имеет вид, представленный в табл. 2.3 – 2.6.

Таблица 2.3

МУС *лечить*

1 – Sub	2 – Obj ⁱ	3 – Obj ^j	4 – Med, Mod
S им.	S вин.	от S род.	S тв.

Таблица 2.4

МУС *врач*

1 – Sub	2 – Obj ⁱ	3 – Obj ^j	4 – Med, Mod
	1. S род. 2. A прит	S-стоматолог, травматолог,...	

Таблица 2.5

МУС *пациент*

1 – Obj ^j	2 – Sub	3 – Obj ^j	4 – Med, Mod
	1. S род. 2. A прит		

Таблица 2.6

МУС *лекарство*

1 – Med, Mod	2 – Obj ⁱ	3 – Obj ^j	4 – Sub
	1. S род. 2. A прит	1. от S род. 2. против S род.	1. S род. 2. A прит

На основе МУС, представленных в табл. 2.3 – 2.6, можно синтезировать или проанализировать предложения следующего вида:

- по табл. 2.3: *Врач* (1 – Sub) *лечит* *пациента* (2 – Objⁱ) *от* *болезни* (3 – Obj^j) *лекарством* (4-Med) / *массажем* (4 – Mod);
- по табл. 2.4: *Врач* (1-Sub) *пациента* (2.1 – Objⁱ). *Врач* (-Sub) *Петрова* (2.2 – Objⁱ). *Врач* (1 - Sub)-*стоматолог* (3 – Obj^j);
- по табл. 2.5: *Пациент* (1 – Obj^j) *врача* (2.1 – Sub). *Пациент* (1 – Obj^j) *Иванова* (2.2 – Sub);
- по табл. 2.6: *Лекарство* (1 – Med) *пациента* / *Петрова* (2 – Objⁱ) *от простуды* (3 – Obj^j). *Массаж* (1-Mod) *против усталости* (3 – Obj^j) *врача* / *Иванова* (4 – Sub).

Морфологические способы реализации валентности

Как указывалось выше, в синтаксической компоненте модели управления фиксируются все возможные способы морфологического выражения каждой валентности. При этом:

- у некоторых слов с разными способами выражения валентности не связывается никаких семантических различий;
- у других слов с различием в формах выражения данной валентности связываются семантические различия.

Например:

- если *инструментальная валентность* выражается творительным падежом (или формой *из S род*), то инструмент представляется свободно манипулируемым предметом (*стрелять из пистолета, шить иголкой, рубить топором, грести веслом, ...*);
- если используется форма *на S предл.*, то обычно это исключает идею свободного манипулирования (*печатать/шить на машинке, стирать на стиральной доске, тереть на терке, ...*).

Отражение семантических различий в МУС осуществляется в семантической зоне (в третьей строке таблицы). В табл. 2.7 приведен пример МУС глагола *шить* [2] (*Апресян Ю.Д. 1995 сб1-Лекси_C*).

Таблица 2.7

МУС <i>шить</i>				
1 = Y	2 = A	3 = B	4 = X	5 = C
S им.	S вин.	из S род.	1. S тв. 2. на S предл.	S тв.
			4.1: X свободно манипулируется Y-ом 4.2: X фиксирован относительно Y-а	

В данной МУС инструментальная валентность реализуется в зависимости от семантики слов, замещающих эту валентность. Например:

1. *Мама шьет иголкой.*
2. *Мама шьет на машинке.*

Ниже приведены еще два примера различий в морфологической реализации валентностей.

1. Объектная валентность глагола *стрелять* может быть реализована следующими двумя способами:
 - по S дат.: *по пехоте, по вагонам, по форту, по перебегающим фигуркам* – «неточечная область поражения или передвигающаяся цель»;
 - в S вин.: *в стену, в ухо, в голову* – «точечная область поражения и скорее всего неподвижная цель».
2. Способы морфологического выражения объектной валентности слова *цена*:
 - S род.: *цена книги, транспортировки*;
 - на S вин.: *цена на одежду, на мебель, на книги, на хлеб, на мех*;
 - за S вин.: *цена за вход, за перевозку*.

Синтаксическая факультативность и обязательность

В процессе реализации валентностей в предложении возможны различные ситуации взаимодействия этих реализаций в рамках одного предложения. Например, бывают такие случаи, когда в одном предложении не могут быть одновременно реализованы две семантические валентности, а может быть реализована только одна из них. Или наоборот, возможны ситуации, когда одна валентность никак не может быть реализована в отсутствие другой. В таких случаях рассматривается явление синтаксической факультативности и обязательности валентностей, а также понятия соподчинимости, отделимости и неотделимости валентностей.

В большинстве случаев валентности слова обязательны в том смысле, что устранение хотя бы одной из них изменяет его лексическое значение. Однако они могут сильно отличаться друг от друга по степени обязательности-факультативности их употребления в тексте.

Определение 2.31. *i*-я валентность слова А **синтаксически обязательна**, если предложение, содержащее слово А с незамещенной *i*-й валентностью, неправильно [2] (Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С).

Определение 2.32. *i*-я валентность слова А **синтаксически факультативна**, если предложение, содержащее слово А с незамещенной *i*-й валентностью, правильно [2] (Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С).

Например, у существительного *автор* объектная валентность факультативна: *Он автор книги. Он автор.* У существительного *создатель* объектная валентность обязательна: *Он создатель произведения. Он создатель – ?*

Определение 2.33. Факультативные валентности называются **соподчиненными**, если они могут быть реализованы одновременно. Если это невозможно, то валентности **не соподчинены** [2] (Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С).

Рассмотрим примеры.

1. Глагол *провести*:

Толкование: *Определенным образом использовать свое время, находясь в определенном месте.*

Семантические валентности: *субъект, срок, место, способ.*

Валентности места и способа **факультативны**, но одна из них должна быть реализована обязательно:

- *Они провели вечер очень весело.*
- *Мои дети провели лето в деревне.*
- Нельзя: *они провели вечер.*
- Нельзя: *мои дети провели лето.*

2. Для глагола *пробыть* валентность места является **обязательной**:

- *Пробыть сутки в городе.*
- *Пробыть в бане 3 часа.*
- *Он пробыл у меня весь день.*

В табл. 2.8 приведен пример **несоподчинимости** валентностей для глагола *отличаться*.

Таблица 2.8

МУС *отличаться*

1 – Sub ¹	2 – Sub ²	3 – Asp	4 – Content
S им.	от S род.	1. по S дат. 2. S тв.	S тв.
		Невозможно 3+4	

В данном примере невозможна одновременная реализация 3-й и 4-й валентностей:

Отличаться от кого-либо по складу ума аналитичностью – такое предложение является семантически некорректным.

Еще одним примером несоподчинимых слов являются слова, которые управляют двумя разными по содержанию, но совпадающими по морфологической реализации рядами форм:

- *натира́ть щеткой* – *натира́ть воском* (нельзя употреблять одновременно: *натира́ть щеткой воском*);
- *прибива́ть молотком* – *прибива́ть гвоздями*;
- *правля́ть машиной (лодкой, лоша́дью)* – *правля́ть рулем (веслом, вожжами)*.

Определение 2.34. Факультативные валентности X и Y слова A называются **отделимыми**, если каждая из них реализуема в отсутствии другой [2] (Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С).

Определение 2.35. Факультативная валентность X слова A называется **неотделимой** от валентности Y, если ее реализация невозможна без реализации Y [2] (Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С).

Например, у имен действий, производных от переходных глаголов, творительный субъект неотделим от родительного объекта:

- *доказательство теоремы учеником было правильным,*
- но не: *доказательство теоремы учеником.*

Расщепление валентностей

С точки зрения семантики синтаксические структуры словосочетаний:

- *давать кому-либо книгу*
- *и гладить кому-либо голову*

существенно различны.

В первом случае глагол *давать* имеет 3 семантические валентности: субъекта, объекта и получателя (рис. 2.19).

Во втором предложении глагол *гладить* имеет 2 семантические валентности: субъекта и объекта (существительное в вин. п. обозначает непосредственно страдающую часть объекта, а сущ. в дат. п. – не получателя, а объект в целом, имя которого в исходной синтаксической структуре подчинено не глаголу *гладить*, а существительному *голова* (рис. 2.20)).

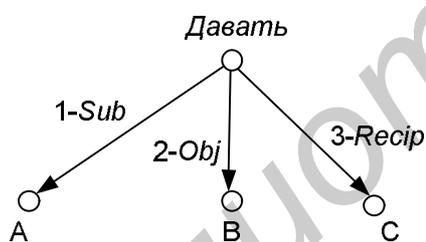


Рис. 2.19. МУС *давать*

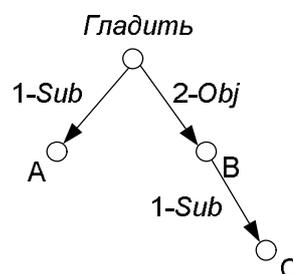


Рис. 2.20. МУС *гладить*

Определение 2.36. Представление одной валентности слова A (*объектная валентность глагола гладить*) с помощью двух соподчиненных A словоформ называют **расщеплением валентностей** [2] (Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С).

Типы управления слов

В заключение рассмотрения модели управления слова отметим, что слова в предложениях управляют друг другом. При этом различают:

- семантическое управление;
- синтаксическое управление.

И семантическое, и синтаксическое управление может быть:

- обязательным (сильным);
- факультативным (слабым);
- нулевым.

В связи с этим можно перечислить 9 семантико-синтаксических типов управления [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*):

1. Сильное семантическое и сильное синтаксическое: *Шкаф находился в коридоре.*
2. Сильное семантическое и слабое синтаксическое: *Он лечился (от болезни желудка) (зверобоем).*
3. Сильное семантическое и нулевое синтаксическое: *грабить купцов* (с нереализуемой валентностью отбираемого объекта).
4. Слабое семантическое и сильное синтаксическое (примеров нет).
5. Слабое семантическое и слабое синтаксическое: *поразить танк (из ружья) (бронейбойной пулей).*
6. Слабое семантическое и нулевое синтаксическое: *Он промахнулся (в медведя) (из двустволки) (мелкой дробью).*
7. Нулевое семантическое и сильное синтаксическое: *Он изменился в лице* – хотя *измениться* – одноместный предикат.
8. Нулевое семантическое и слабое синтаксическое: *смотреть (кому-л.) в глаза.*
9. Нулевое семантическое и нулевое синтаксическое: *Ребенок здоров.*

2.4.4. Лексические функции

В п. 2.3.2 с целью классификации словосочетаний были рассмотрены виды сочетаемости слов. В МУ слова А передается информация о морфосинтаксической сочетаемости А. Информация же о лексической сочетаемости выражается с помощью лексических функций (ЛФ). Кроме того, простейшие лексические функции могут использоваться в МУ для краткости записи. Рассмотрим более подробно понятие лексической функции и способы ее использования в процессе формализации естественного языка.

Определение 2.37. Лексическая функция f описывает зависимость [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*), определяющую для некоторого слова (или словосочетания) x ($x \in X$ – множество всех слов), такое множество слов (или словосочетаний) $\{y_i\} = f(x)$ (где $y_i \in X$), что для $\forall x_1$ и x_2 ($x_1, x_2 \in X$) верно следующее:

если $f(x_1)$ и $f(x_2)$ существуют, то между $f(x_1)$ и x_1 , с одной стороны, и между $f(x_2)$ и x_2 , с другой стороны, имеет место одно и то же смысловое отношение.

Различают следующие виды лексических функций:

- лексические замены (ЛФ-замены);
- лексические параметры (ЛФ-параметры).

Определение 2.38. Лексические замены – это функции, ставящие в соответствие данному слову X такое слово Y , лексическое значение которого совпадает целиком или частично с лексическим значением слова X . При этом синтаксические свойства Y могут существенно отличаться от синтаксических свойств X [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Лексические замены – средства перифразирования (см. п. 2.4.6), т.е. средства лексической синонимии в широком смысле слова [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*).

Существуют следующие виды лексических замен:

- Синонимы – Syn.
- Конверсивы – Conv.
- Синтаксические дериваты:
 - S_0 – существительное;
 - A_0 – прилагательное;
 - V_0 – глагол;
 - Adv_0 – наречие.

Родственными лексическим заменам являются следующие ЛФ:

- Антоним – Anti.
- Родовое слово – Gener.

Ниже приведены примеры употребления лексических замен с различными словами:

- Syn (агрессия) = нападение;
- Conv₂₁ (боится (1 – кто, 2 – кого)) = пугать (2 – кто, 1 – кого);
- Conv₃₂₁ (купить (1 – кто, 2 – что, 3 – у кого)) = продать (3 – кто, 2 – что, 1 – кому);
- S₀ (вышивать) = вышивание;
- A₀ (учиться) = учебный;
- A₀ (книга) = книжный;
- Adv₀ (политика) = политически;
- Adv₀ (язык) = лингвистически;
- V₀ (шум) = шуметь;
- V₀ (агрессия) = нападать;
- Anti (закрывать) = открывать;
- Gener (теннис) = игра.

Определение 2.39. Лексические параметры – это абстрактные типовые значения, выражаемые при достаточно большом числе слов, однако в отличие от грамматического значения при разных словах они выражаются весьма различными средствами, зависящими от того, при каком слове они выражаются [24] (Попов Э. В. 1982 кн-Общен_с_ЭВМ).

Выделяют следующие типы лексических параметров:

- Аналоги глаголов.
- Аналоги существительных.
- Аналоги адъюнктов (прилагательных и наречий).

Примером лексического параметра является ЛФ Magn, которая означает «очень, высокая степень» [2] (Апресян Ю. Д. 1995 сб1-Лекс_С):

- Magn (брюнет) = жгучий.
- Magn (дурак) = круглый.
- Magn (ошибка) = грубая.
- Magn (тишина) = гробовая.
- Magn (знать) = досконально.
- Magn (дисциплина) = железная.
- Magn (спать) = крепко.
- Magn (ранить) = тяжело.
- Magn (белый) = ослепительно.
- Magn (здоровый) = абсолютно.

Рассмотрим более подробно каждый тип лексических параметров.

К глагольным лексическим параметрам (аналогам глаголов) относятся:

- Oper_i.
- Func₀.
- Func_i.
- Labor_{ij}.

Чтобы уяснить содержательное существо этих параметров, необходимо рассмотреть некоторую ситуацию С с двумя участниками А и В. При этом:

- А, В и С – существительные.
- А – первый участник, В – второй. Это семантические актанты ситуации С.

В русском языке, чтобы построить фразу, описывающую ситуацию С, с участниками А и В, необходим глагол. Этот глагол может быть выбран многими способами:

- глагол, у которого А – подлежащее, С – первое дополнение, В – второе дополнение;
- глагол, у которого В – подлежащее, С – первое дополнение, А – второе дополнение и т.д.

Определение 2.40. $Орег_i$ – это полувспомогательный глагол, соединяющий название i -го участника ситуации в качестве подлежащего с названием самой ситуации в качестве дополнения [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Так:

- $Орег_1$, имеет подлежащим название А, а С – первым дополнением.
- $Орег_2$ имеет подлежащим название В, а С – дополнением.
- $Орег_0$ – безличный $Орег$ (т.е. без подлежащего).

Рассмотрим **п р и м е р ы** лексического параметра $Орег_i$.

Пусть дана ситуация С = *влияние* (участника А на участника В). Тогда:

- $Орег_1(С) = оказывать$ (А оказывает влияние на В).
- $Орег_2(С) = быть под, находиться под, испытывать, подвергаться$ (В находится под влиянием А и т.д.).

Определение 2.41. $Func_0$ – это полувспомогательный глагол со значением «*иметь место*», при котором название ситуации выполняет функцию подлежащего [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Например, $Func_0(С) = имеет место$ (имеет место влияние А на В).

Определение 2.42. $Func_i$ – это полувспомогательный глагол, соединяющий название ситуации в качестве подлежащего с названием i -го участника ситуации в качестве дополнения [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Так:

- $Func_1$ имеет подлежащим название ситуации С, а дополнением – А.
- $Func_2$ имеет подлежащим С, а дополнением – В.

Примеры $Func_i$ для ситуации С = *влияние* (участника А на участника В):

- $Func_1(С) = исходить от$ (влияние на В исходит от А).
- $Func_2(С) = распространяться$ (влияние А распространяется на В).

Определение 2.43. $Labor_{ij}$ – это полувспомогательный глагол, соединяющий название i -го участника ситуации в качестве подлежащего с названием j -го участника ситуации в качестве первого дополнения и с названием самой ситуации в качестве второго дополнения [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*).

Так, $Labor_{12}$ имеет подлежащим А, первым дополнением – В, а вторым дополнением – С.

Пример $Labor_{ij}$ для ситуации С = *влияние* (участника А на участника В):

- $Labor_{12}(С) = подвергать$ (А подвергает В своему влиянию).

Параметры $Орег_i$, $Func_i$, $Labor_{ij}$ являются семантически пустыми и выполняют чисто синтаксическую функцию «отглаголивания» существительного, которое и несет весь смысл.

Большинство остальных глагольных лексических параметров имеет самостоятельное лексическое значение и присоединяется главным образом к глаголам. Эти параметры могут быть разделены на [24] (*Попов Э.В.1982кн-Общен_с_ЭВМ*):

- участников ситуации;
- неучастников ситуации.

Ниже перечислены **параметры – неучастники ситуации**:

- **Caus** (каузатив) – *делать так, чтобы некая ситуация начинала иметь место*;
- **Liqu** (ликвидатив) – *делать так, чтобы ситуация не имела места (= 'Caus не')*;
- **Perm** (пермиссив) – *не делать так, что ситуация не может иметь места (= 'не Caus не')*.

Примеры параметров – неучастников ситуации:

- Caus (*школа*) = *открывать*.
- Caus (*свитер*) = *вязать*.
- Caus Oper₁ (*власть*) = *облекать (властью)*.
- Caus Func₁ (*власть*) = *давать (власть)*.
- Liqu (*спать*) = *будить*.
- Liqu Oper₁ (*власть*) = *освободить (кого-либо из-под власти)*.
- Perm (*экзамен*) = *допускать (кого-либо к экзамену)*.
- Perm Func₁ (*беда*) = *отвращать (беду от кого-либо)*.

Параметры – участники ситуации:

- параметры с фазовым значением:
 - **Incep** (= *начинать*);
 - **Cont** (= *продолжать*);
- параметры с аспектным значением:
 - **Perf** (= *довести до предела действие, обозначенное названием ситуации*);
 - **Real** (= *реализовать требование, содержащееся в значении названия ситуации*);
 - **Result** (= *быть результатом действия*);
- параметры с каузативным (= причинным) значением:
 - **Caus_i** (= *i-й участник ситуации делает так, чтобы...*);
 - **Liqu_i** (= Caus_i не);
 - **Perm_i** (= не Caus_i не);
- параметр **Manif** (= *делать явным*).

Примеры параметров – участников ситуации:

- Incep (*спать*) = *засыпать*.
- Cont Oper (*спокойствие*) = *сохранять*.
- Cont Func₀ (*запах*) = *держаться*.
- Perf (*брать*) = *взять*.
- Result Perf (*клясть*) = *лежать*.
- Result Real₁ (*изучать*) = *знать*.
- Caus₁ Func₁ (*власть*) = *устанавливать (власть над кем-либо)*.
- Liqu Real₂ (*намять*) = *вычеркивать (что-либо из памяти)*.
- Perm₂ Func₂ (*побой*) = *терпеть, сносить (побой)*.
- Caus₁ Manif (*мужество*) = *проявлять (мужество)*.

Лексические параметры – аналоги существительных:

- **S_{inst}, S_{loc}, S_i, S_{mod}, S_{res}** (= *типовое название инструмента ситуации, места ситуации, i-го участника ситуации, способа действия, результата ситуации*);
- **Figur** (*образное обозначение ситуации*).

Все эти параметры присоединяются только к глаголам.

Примеры лексических параметров – аналогов существительных:

- S₁ (*экзамен*) = *экзаменатор*.
- S₂ (*экзамен*) = *экзаменующийся*.
- S₁ Oper₁ (*агрессия*) = *агрессор*.
- S_{inst} (*думать*) = *ум*.
- S_{loc} (*борьба*) = *арена (борьбы)*.

- S_{mod} (*идти*) = *походка*.
- S_{res} (*совещание*) = *итоги* (совещания).
- S_{res} (*реферировать*) = *реферат*.
- $Figur$ (*заговор*) = *нити* (заговора).

Адьюнктивные параметры:

- аналоги прилагательных:
 - **Magn** (= *высокая степень*);
 - **Воп** (= *хороший*);
 - **A_i** – типовое название i-го участника ситуации;
 - **Able_i** – типовое название потенциального i-го участника;
- аналог наречий **Adv_i** – типовое наречие, семантически связанное с названием i-го участника ситуации.

Примеры адьюнктивных параметров:

- **Magn** (*обыск*) = *тщательный*.
- **Magn** (*спать*) = *крепко*.
- **Magn** (*ранить*) = *тяжело*.
- **Magn** (*белый*) = *ослепительно*.
- **Magn** (*здоровый*) = *абсолютно*.
- **Воп** (*случайность*) = *счастливая*.
- **Воп** (*покупать*) = *дешево*.
- **A₁** (*усы*) = *усатый*.
- **A₂** (*знать*) = *известный*.
- **Able₁** (*пачкаться*) = *маркий*.
- **Adv₁** (*сидеть*) = *сидя*.
- **Adv₂** (*перевести*) = *в переводе* (чьем-либо).

В заключение рассмотрения лексических функций перечислим их основные свойства:

- они могут быть взяты от слова и от словосочетания (**Орег₁**(*военная служба*) = *проходить, быть на*);
- значением ЛФ может быть как слово, так и словосочетание (**Magn** (*знать*) = *как свои пять пальцев*);
- от одного аргумента может быть несколько значений (**Magn** (*спать*) = *крепко, беспробудно, без задних ног, сном праведника*);
- возможна суперпозиция ЛФ (**Орег₁** (*гости*) = *быть* (в гостях), **Инсер Орег₁** (*гости*) = *приходить в* (гости)).

2.4.5. Глубинно-синтаксический анализ

Синтаксическая структура, построенная на основе глубинных падежей (глубинная синтаксическая структура), позволяет перейти от синтаксического уровня предложения к семантическому.

Идея существования глубинной синтаксической структуры связана с пониманием того, что различные естественные языки, отличаясь друг от друга многими внешними синтаксическими особенностями, передают весь спектр взаимосвязей между объектами, явлениями, их свойствами и протекающими с их участием процессами, характерными для окружающего мира.

Мир един, каким бы языком мы его ни описывали. Следовательно, в каждом тексте существуют не зависящие от особенностей языка **глубинные структуры**, которые определяют адекватное отображение ситуации в окружающем мире.

В п. 2.4.2 были рассмотрены глубинные падежи (семантические валентности), которые используются при построении глубинно-синтаксической структуры.

Определение 2.44. Глубинно-синтаксическая структура (ГСС) – это дерево зависимостей с составляющими, т.е. такое дерево, в котором стрелки могут соединять не только узлы, но и группы узлов. В **узлах** ГСС стоят имена лексем глубинно-синтаксического языка с необходимыми характеристиками, а **стрелки** зависимостей соответствуют отношениям глубинного синтаксиса [3] (Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я).

На рис. 2.13 приведен пример поверхностно-синтаксической структуры (дерева грамматического разбора) предложения Tarzan kissed Jane. Следующим шагом анализа данного предложения является построение внутреннего представления [36] (Люгер Дж.Ф.2003кн-Искус_И), соответствующего глубинно-синтаксическому уровню (рис. 2.21).

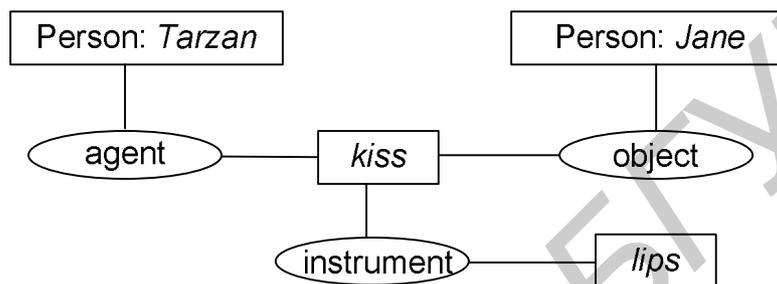


Рис. 2.21. Внутреннее (глубинно-синтаксическое) представление предложения

В отличие от поверхностно-синтаксического уровня, жестко привязанного к грамматической структуре предложения, из приведенного внутреннего представления можно получить предложения с различной грамматической структурой (см. рис. 2.17). Как указывалось выше, исследователям почти ничего неизвестно, на основании чего человек выбирает ту или иную грамматическую структуру предложения. Одним из вариантов реализации возможности синтеза предложений с различной грамматической структурой является использование средств перифразирования (см. п. 2.4.6). Получение различных перифраз осуществляется на основе глубинно-синтаксической структуры.

Рассмотрим пример ГСС и варианты получения на ее основе перифраз, приведенный в [3] (Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я). На рис. 2.22 приведена ГСС для предложения:

Похолодание вызвало смерть черепах

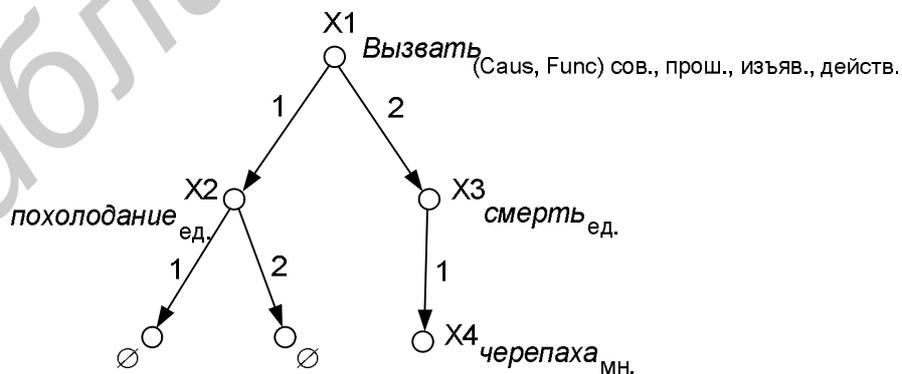


Рис. 2.22. ГСС предложения «Похолодание вызвало смерть черепах»

На основе данной ГСС можно получить следующие перифразы:

- *Похолодание вызвало гибель черепах*
(замена *смерть* \Leftrightarrow *гибель* по правилу $X \Leftrightarrow \text{Syn}(X)$).

- *Похолодание привело к смерти черепах*
(замена *вызвать* \Leftrightarrow *привести к* по тому же правилу).
- *Смерть черепах произошла из-за похолодания*
(замена *вызвать* \Leftrightarrow *проистечь из-за* по правилу $X \Leftrightarrow \text{Conv}_{21}(X)$).
- *Похолодание было причиной смерти черепах*
(замена *вызвать* \Leftrightarrow *быть причиной* по правилу $X \Leftrightarrow \text{Copol } S_1(X)$).
- *Смерть черепах была следствием похолодания*
(замена *вызвать* \Leftrightarrow *быть следствием* по правилу $X \Leftrightarrow \text{Copol } S_2(X)$).
- *Черепахи умерли из-за похолодания*
(замена *вызвать смерть* \Leftrightarrow *умереть из-за* по правилу $X \ Y \Leftrightarrow Y \text{ attr} \text{ Adv}(X)$).

Следует отметить, что ГСС легко получить, используя модели управления слов, входящих в предложение и представленных в графовом виде (см. п. 2.4.3).

На рис. 2.23 приведен еще один пример ГСС.

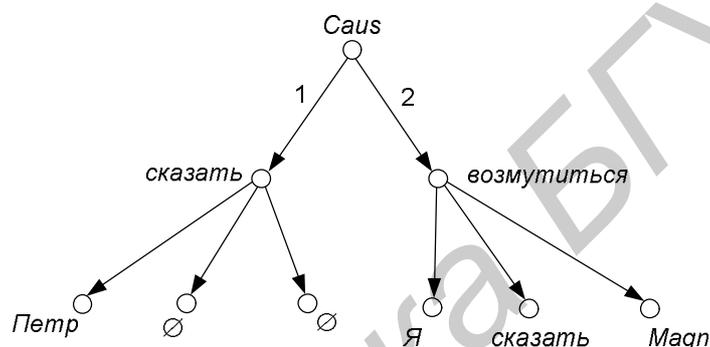


Рис. 2.23. Пример ГСС

Упражнение: выпишите самостоятельно несколько вариантов перифраз предложений, которые можно построить на основе ГСС, приведенной на рис. 2.23.

2.4.6. Правила перифразирования

Определение 2.45. Правила перифразирования – это семантические уравнения, описывающие лексическую синонимию естественного языка в широком смысле слова и показывающие глубокие связи между всеми типами языковых объектов [3] (*Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я*).

Выделяют два класса правил перифразирования [3] (*Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я*):

- **Лексические правила** показывают, как значение узла X можно переформулировать в терминах лексических функций от X .
- **Синтаксические правила** диктуют, каким образом должна быть перестроена исходная ГСС, если содержащийся в ней узел X изменен в соответствии с данным лексическим правилом.

Ниже перечислены основные **лексические правила перифразирования**, приведенные в [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*).

(1) $X \Leftrightarrow \text{Syn}(X)$: *Это надо <следует> объяснить; Он вновь взялся <принялся> за работу; Перемена климата повлияла на его самочувствие – Перемена климата отразилась <сказалась> на его самочувствии.*

(2) $X \Leftrightarrow \text{Conv} (A)$: Он так и не дал мне книги – Я так и не получил от него книги; NN сдал мне дежурство в 11 – Я принял у NN дежурство в 11; Чемпион проиграл новичку – Новичок выиграл у чемпиона.

(3) $X \Leftrightarrow \text{Gener} (X) \rightarrow A_0(X)$: готика – готическая архитектура, гречка – гречневая крупа, драпировка – драпировочная ткань, командировка – командировочное удостоверение, лингвистика – лингвистическая наука, машинопись – машинописный текст, параллель – параллельная линия, а также аналогичные преобразования с $S_0(X)$ и $\text{Adv}_i(X)$: графика – искусство графики, шептать – говорить шепотом.

(4) $X \Leftrightarrow \text{Adv}_i (X)$: Он поспешил выйти – Он поспешно вышел; Он горбится при ходьбе – Он ходит горбясь; NN скрыл свой отъезд – NN уехал тайно; Он любит читать – Он читает охотно; Он блистал отсутствием – Он блистательно отсутствовал; Обстоятельства вынудили его отступить – Он отступил под давлением обстоятельств. Разновидность правила $\text{Real} (X) \Leftrightarrow \text{Adv}_1 \text{Real} (X)$: Он последовал моему совету уйти – Он ушел по моему совету.

(5) $X \Leftrightarrow \text{Copul} \rightarrow S_i (X)$: Он лечит меня – Он мой врач – Я его пациент; NN защищал Петра (о суде) – NN был защитником Петра – Петр был подзащитным NN; Эту картину создал NN – Автор этой картины – NN – Эта картина – произведение NN.

(6) $X \Leftrightarrow \text{Oper}_i \rightarrow S_0 (X)$: Он доверяет мне – Он оказывает мне доверие – Я пользуюсь его доверием; Москва тепло приняла гостей – Москва оказала гостям теплый прием – Гости встретили в Москве теплый прием.

(7) $X \Leftrightarrow \text{Copul} \rightarrow A_i (X)$: Он льстит мне – Он льстит со мной; Дом горел – Дом был в огне; Книга интересуется его – Книга интересна ему; Он намеревается ехать – Он намерен ехать; NN перевел текст – Текст был переведен NN; Она ненавидит пошлость – Ей ненавистна пошлость.

(8) $X \Leftrightarrow \text{Func}_i \rightarrow S_0 (X)$: Он должен 5 рублей – У него есть долг в 5 рублей; NN критикует проект, а не идею – Критика NN касается проекта, а не идеи; Он предложил переименовать улицу – От него исходило предложение переименовать улицу.

(9), $X \Leftrightarrow \text{Labor}_{ij} \rightarrow S_0 (X)$: NN критикует проект – NN подвергает проект критике; Батарея обстреливает позиции – Батарея держит позиции под обстрелом; NN арендовал участок земли – NN взял участок земли в аренду.

(10) $X \Leftrightarrow \text{Real}_i \rightarrow S_{instr} (X)$: Он думает только о женщинах – У него на уме только женщины; Он отлично пишет – Он отлично владеет пером; NN написал шедевр – Из-под кисти NN вышел шедевр; В тот злополучный вечер машиной правил Иван – В тот злополучный вечер за рулем сидел Иван; а также преобразование $X \Leftrightarrow \text{Real}_i \rightarrow S_{instr}(X)$, синтаксически подобно правилу (9): Он помнит все факты – Он держит в памяти все факты, Его повесили – Его вздернули на виселицу.

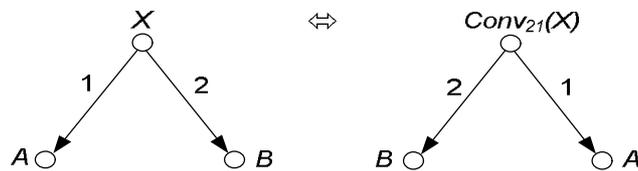
(11) $X \Leftrightarrow \text{Fact}_i \rightarrow S_{instr} (X)$: Он думает только о женщинах – Его ум занят только женщинами; Он помнит множество удивительных историй – Его память хранит множество удивительных историй; Мы намерили больше 39 градусов – Термометр показал больше 39 градусов.

(12) $X \Leftrightarrow \text{Copul} \rightarrow S_{loc} (X)$: Где вы живете постоянно? – Ваше постоянное местожительство?; Его похоронили в море – Его могилой стало море; NN путешествовал по Европе – Европа была местом путешествий NN; NN отдыхал (дежурил, работал) в конторе – Контора была местом отдыха (дежурства, работы) NN.

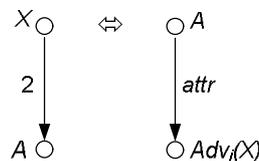
Каждому лексическому правилу соответствует некоторое **синтаксическое правило** или правила, определяющие, какие изменения следует произвести в исходной ГСС, если ее лексика заменена так, как предусмотрено данным лексическим правилом.

Рассмотрим примеры **синтаксических правил перифразирования** [2] (Апресян Ю.Д. 1995 сб1-Лекси_С).

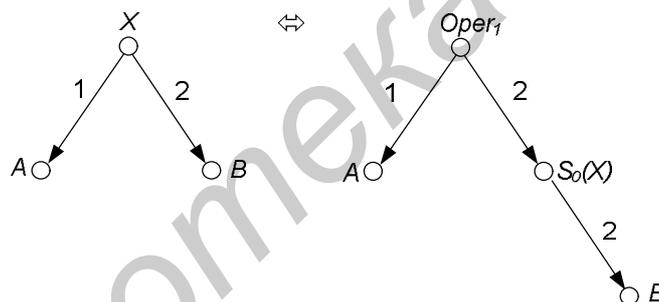
1. Перевешивание узлов (см. лексическое правило (2)):



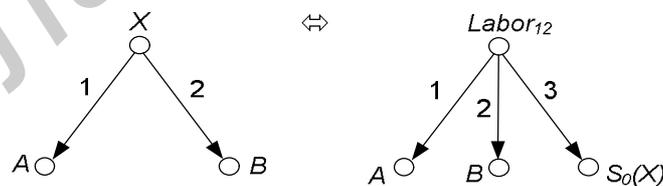
2. Смена «этажей» в дереве (см. лексическое правило (4)):



3. Увеличение числа «этажей» (см. лексические правила (5) – (8)):



4. Увеличение числа узлов (см. лексические правила (10) – (12)):



Синтаксические правила могут применяться и независимо от лексических. Например:

Лунная передвижная лаборатория передала громадный объем научной информации – Лунная передвижная лаборатория передала научную информацию громадного объема; Команда показала высокий класс игры – Команда показала игру высокого класса.

В завершение отметим, что элементарных синтаксических правил очень немного, а разнообразие синтаксических структур возникает за счет различных комбинаций элементарных правил.

2.4.7. Толкование слов

Определение 2.46. Толкование – эта однозначная запись лексического значения слова на семантическом языке с использованием переменных [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*).

Например:

ультиматум X-а Y-у = ‘предъявляемое X-м требование T, невыполнение которого Y-м в течение обусловленного небольшого времени с неизбежностью влечет осуществление угрозы X причинить Y зло’.

Здесь явное указание семантических отношений между *ультиматумом*, *требованием* и *угрозой* оказывается достаточным основанием для следующих преобразований:

- X предъявил Y ультиматум => X обратился к Y с требованием;
- X предъявил Y ультиматум => X угрожает Y и др.

К толкованиям предъявляются следующие требования [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*):

- Толкуемое значение должно определяться через более простые значения и тем самым в конечном итоге сводиться к небольшому набору элементарных значений (ЭЗ) – слов семантического языка. Определяемое слово A должно истолковываться не менее чем через два других слова B и C, каждое из которых должно быть семантически содержательным.
- Определяющие значения B и C должны быть необходимы и достаточны для определяемого значения A (определение должно быть точной синонимической перифразой определяемого).

В основном толкования представляются в виде словесных формулировок. Толкование может быть представлено также и в виде дерева зависимостей (рис. 2.24). Такое представление удобно использовать в последующем на этапе семантического анализа предложений. На рис. 2.24 приведен пример толкования слова «вешать»:

A вешает B на C

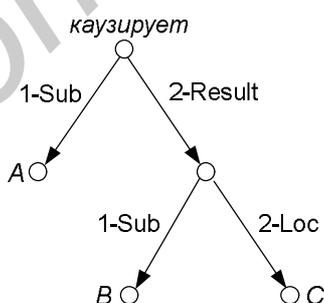


Рис. 2.24. Пример толкования в виде дерева зависимостей

К языку, на котором описываются значения слов, предъявляется следующее основное требование: каждое из сложных значений должно быть представлено в виде комбинации более простых значений, а каждое из этих простых значений должно (в формальном языке) всегда называться одинаково. Если одно и то же простое значение будет называться по-разному в зависимости от того, входит ли оно в сложное значение 'A' или 'B', факт его повторяемости в словосочетании АВ не может быть непосредственно установлен.

Ниже приведен ряд **примеров** толкований в виде словесных формулировок.

- X благодарен Y за Z = ‘Считая, что Y сделал X добро Z, X чувствует себя обязанным компенсировать Z словесным признанием или ответным добрым поступком’.

- *X завидует Z Y-а* = 'X не имеет Z, и Y имеет Z, и X испытывает отрицательную эмоцию, каузируемую желанием, чтобы Y не имел Z-а, а X имел Z'.
- *X прощает Y за Z* = 'Имея право наказать Y за Z, но не желая каузировать Y неприятное или не считая вину Z достаточно большой, X отказывается использовать это право'.
- *Справедливый* = 'способный правильно оценить, как следует действовать, чтобы никаким людям не было каузировано незаслуженное зло'.
- *А бьет Y X-м* = 'А ударяет Y X-м много раз подряд, стараясь причинить Y физическую боль'.
- *А ударяет Y X-м* = 'А резко и кратковременно приводит компактный предмет X в контакт с предметом Y'.
- *Влажный* (например, *влажный асфальт, влажная спина, влажный воздух*) = 'Содержащий влагу в себе или на себе'.
- *Мокрый* (например, *мокрый асфальт, мокрая спина, мокрая лошадь*) = 'Содержащий много влаги в себе или на себе'.
- *Сырой* (например, *сырой порох, сырое сено, сырые дрова*) = 'Содержащий в себе ненужную влагу'.
- *А догоняет B* = 'A и B перемещаются в одном направлении, и расстояние между A и B сокращается, и A находится позади B'.
- *А отстаёт от B* = 'A и B перемещаются в одном направлении, и расстояние между A и B увеличивается, и A находится позади B'.
- *А удаляется от B* = 'A перемещается, и расстояние от A до B увеличивается'.
- *Копировать X* = 'Создавать X1, пытаясь каузировать максимальное сходство между X и X1'.
- *Подделывать X* = 'Создавать X1 – копию X, и выдавать X1 за X'.
- *А просит, чтобы X сделал Y* = 'A побуждает X делать Y, считая, что X может сделать Y и не считая, что X должен сделать Y'.
- *А требует, чтобы X сделал Y* = 'A побуждает X делать Y, считая, что X должен сделать Y'.
- *Прочный* = 'Такой, который трудно разрушить механической силой'.
- *Твердый* = 'Такой, который трудно деформировать механической силой'.

2.4.8. Семантический анализ

Глубинная синтаксическая структура позволяет перейти от синтаксического уровня предложения к его **семантическому уровню**. На этом уровне для анализа привлекаются дополнительные данные, связанные с наличием у лексических единиц языка (слов) определенных значений (**толкований** – см. п. 2.4.7). Сами значения известны носителю языка и хранятся в его памяти. Обращение к памяти позволяет приписать элементам предложения соответствующие им значения и использовать их для понимания текста на семантическом уровне.

На рис. 2.13 приведен пример поверхностно-синтаксической структуры (дерева грамматического разбора) предложения Tarzan kissed Jane. На рис. 2.21 для этого же предложения построено внутреннее представление [36] (*Люгер Дж. Ф. 2003 кн-Искус_И*), соответствующее глубинно-синтаксическому уровню. Раскрывая толкования входящих в состав указанной глубинно-синтаксической структуры слов, можно получить расширенное представление (**поверхностно-семантическую структуру** – ПсемС) для данного предложения (рис. 2.25).

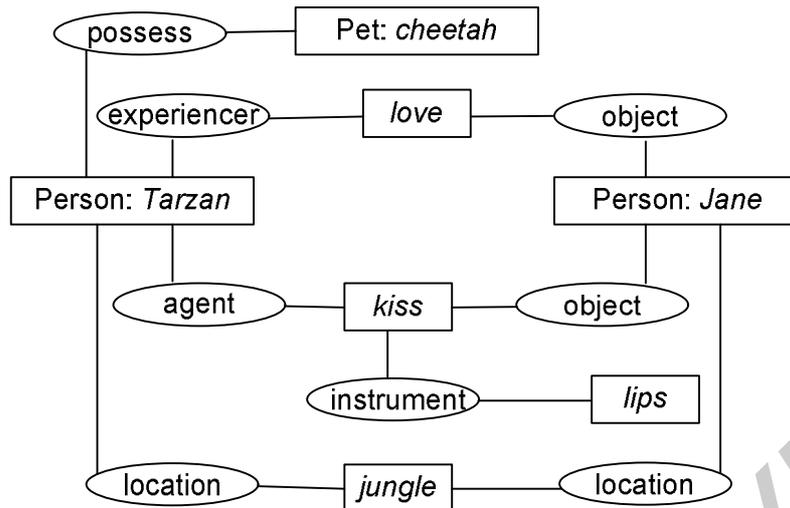


Рис. 2.25. Расширенное (поверхностно-семантическое) представление предложения

Структура, приведенная на рис. 2.25, получается путем добавления семантической информации. Такое представление очень напоминает формальную модель предметной области. Здесь указывается дополнительная (сопутствующая) информация по отношению к информации, зафиксированной в грамматической структуре предложения. Расширенное представление предложения напоминает фрагмент базы знаний предметной области. Таким образом, уже поверхностно-семантический уровень анализа предложения позволяет получить более полное представление о смысле, заложенном в предложении.

Кроме того, поверхностно-семантическая структура расширяет возможности перифразирования. Очевидно, что только синтаксическими средствами далеко не всегда можно получить все возможные перифразы. Апеллируя к семантике, можно построить новые глубинно-синтаксические структуры и, как следствие, получить новые поверхностно-синтаксические структуры. Таким образом, можно достичь еще большего разнообразия в процессе синтеза фраз естественного языка, что является естественной интеллектуальной способностью любого человека.

Рассмотрим пример ГСС, которая представлена на рис. 2.22, для предложения «Похолодание вызвало смерть черепах». В п. 2.4.5 приведены примеры перифразирования данного предложения. Однако из ГСС, представленной на рис. 2.22, нельзя получить ГСС для предложения (рис. 2.26) [3] (Апресян Ю.Д.1995с62-Интег-О_Я):

Понижение температуры воздуха было причиной смерти черепах.

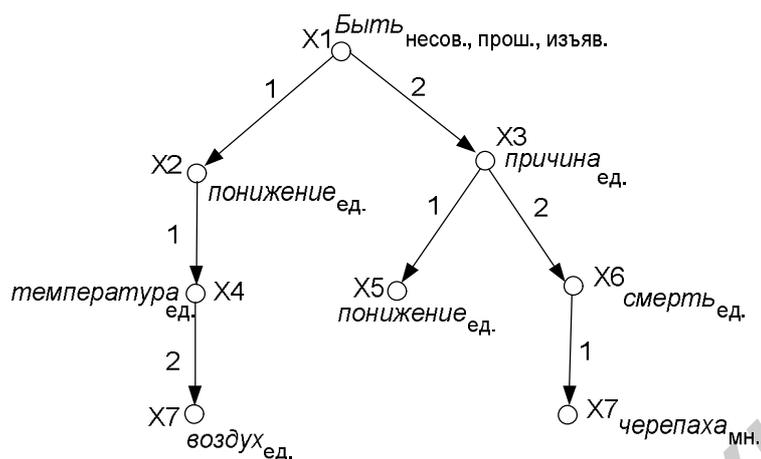


Рис. 2.26. ГСС предложения «Понижение температуры воздуха было причиной смерти черепахах»

Данное преобразование на глубинно-синтаксическом уровне невозможно потому, что в ГСС каждая лексическая единица фигурирует в «собранном» виде, как единое целое, а для выполнения этого преобразования необходимо обращение к отдельным составляющим ее семантическим элементам, т.е. в конечном счете – к толкованиям, или семантическим представлениям [3] (Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я).

Рассмотрим процесс формирования **поверхностно-семантической структуры** для предложения «Похолодание вызвало смерть черепах». Для этого необходимо использовать толкования следующих слов [3] (Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я):

- *Похолодание* = 'уменьшение температуры атмосферного воздуха'.
- *X вызвал Y* = 'Во время В2 имела место ситуация X; во время В3 имела место ситуация Y; X является причиной Y; В1 – время данной речи; В1 позже В2 и В3; В2 не позже В3 (несколько упрощенное толкование лексического значения глагола *вызвать* и граммем прошедшего времени, изъявительного наклонения и совершенного вида).
- *Смерть Z-ов* = 'Тот факт, что Z, число которых больше одного, перестал жить' (толкование лексического значения слова *смерть* и грамеммы множественного числа при Z).

Заменяя узлы ГСС на толкования соответствующих лексических единиц, получим поверхностно-семантическую структуру, представленную на рис. 2.27.

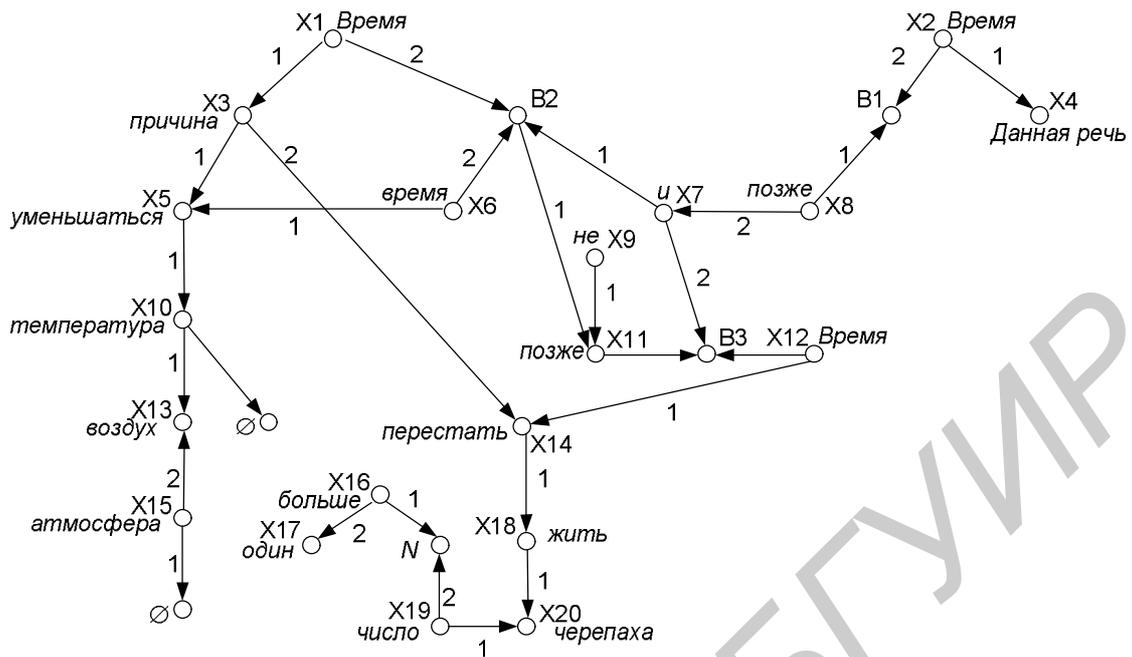


Рис. 2.27. Поверхностно-семантическая структура предложения «Похолодание вызвало смерть черепах»

Итак, для того чтобы из ГСС получить поверхностно-семантическую структуру, необходимо выполнить следующие этапы [3] (Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я):

- Подготовка заданной ГСС к семантической интерпретации.
- Замена поддеревьев ГСС их толкованиями.
- Получение ПСемС всего предложения с помощью глобальных семантических правил, обрабатывающих не поддеревья ГСС, а определенные типы ПСемС.

Рассмотрим кратко каждый из этапов.

Подготовка заданной ГСС к семантической интерпретации заключается в том, что должны быть исключены лишние осмысления фраз, чтобы избежать возникновения ложной омонимии.

Рассмотрим в качестве примера следующие 3 фразы:

1. Он едет в Москву.
2. Он уже (еще только) едет в Москву.
3. Он завтра едет в Москву.

Фраза (1) неоднозначна и может быть истолкована одним из двух способов:

- «В момент речи он едет в Москву».
- «В момент, более поздний, чем момент речи, будет иметь место то, что он едет в Москву, и у него, говорящего или лица, известного говорящему, имеется намерение, чтобы он ехал в Москву».

Фразы (2) и (3) однозначны. Следовательно, для фразы (1) должны быть получены две ПСемС, а для (2) и (3) – по одной. Соответствующая информация записывается в словаре.

Замена поддеревьев ГСС их толкованиями формально представляет собой замену поддеревьев ГСС подграфами ПСемС. При этом, если преобразуемое поддерево ГСС включает два или более узла, используются специальные правила взаимодействия

значений, описывающие законы построения ПСемС словосочетаний из ПСемС, входящих в их состав словоформ.

Для решения задач семантического анализа в БЗ естественно-языковой системы должна быть следующая семантическая информация:

- информация о семантических признаках всех содержательных единиц языка – для формирования допустимых комбинаций значений на первом шаге преобразования ГСС в ПСемС;
- толкования содержательных единиц языка вместе с условиями из реализации;
- правила взаимодействия (сложения, преобразования) значений.

Семантический признак – это та часть значения определенной содержательной единицы языка (лексемы), по которой она противопоставлена другой содержательной единице языка, при условии, что достаточно большая часть их значений совпадает [3] (*Апресян Ю.Д.1995сб2-Интег_О_Я*).

Примерами тривиальных семантических признаков являются:

- пол: «мужской», «женский»: отец – мать; сын – дочь;
- поколение: «то же самое, что поколение его», «непосредственно предшествующее», «непосредственно следующее».

Нетривиальные семантические признаки связаны с морфологическими категориями числа, время, вида и др. (см. п. 2.2.3).

В завершение рассмотрения поверхностно-семантического уровня анализа/синтеза предложений отметим, что на поверхностно-семантическом уровне – уровне национальной семантики – решаются следующие задачи:

- эксплицируются (выявляются) все выраженные в предложении значения;
- эксплицируются отношения синонимии между предложениями данного естественного языка («национальная» синонимия);
- эксплицируются отношения омонимии между предложениями данного естественного языка.

2.4.9. Закон семантического согласования

Рассмотрим в качестве примера предложение [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*):

Хороший кондитер не жарит хворост на газовой плите.

Его смысл понятен всякому человеку, владеющему русским языком. При этом менее очевидно то, что рядовой носитель языка сумеет теоретически удовлетворительно объяснить существо закона, который он интуитивно использует при понимании данного предложения. Формальная модель языка не может апеллировать к интуиции, которой у нее нет, и если мы хотим, чтобы она выполняла доступные человеку операции с текстами, мы должны заложить в нее необходимую информацию в явном виде. Эта информация складывается прежде всего из знания фонетических, морфологических и синтаксических единиц и правил и знания словаря, но, конечно, не исчерпывается этим. Существуют еще некие **семантические правила** интерпретации текстов, так как смысл всего предложения (словосочетания) не равен сумме смыслов входящих в него лексем.

Рассмотрим значения основных слов приведенного выше примера.

Кондитер:

- 1) тот, кто изготавливает сласти;
- 2) торговец сладостями;
- 3) владелец кондитерской.

Жарить:

- 1) готовить пищу нагреванием на/в масле;
- 2) обдавать зноем.

Хворост:

- 1) сухие отпавшие ветви;
- 2) печенье, изготовленное кипячением в масле.

Газовый:

- 1) состоящий из газа (облако);
- 2) производящий газ;
- 3) работающий на энергии сжигаемого газа.

Плита:

- 1) плоский кусок твердого материала;
- 2) нагревательное устройство для приготовления пищи.

Если модель не знает закона, по которому из значений слов строится значение предложения, ничто не мешает ей понять это высказывание, например, в следующем смысле: «Хороший торговец сладями не обдаёт зноем сухие отпавшие ветви на плоском куске металла, производящем газ». Это осмысление получается в результате такой комбинации значений: кондитер 2, жарить 2, хворост 1, газовый 2, плита 1.

Общее число принципиально мыслимых комбинаций значений и, следовательно, принципиально возможных прочтений предложения в пределах заданной информации достигает: $3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 2 = 72$. Из них лишь одно является оптимальным по своей информативности и естественности.

Чтобы сформулировать закон, на основании которого носитель языка безошибочно выбирает одно осмысление, рассмотрим внимательнее к значениям слов, дающим оптимальное осмысление предложения:

- кондитер 1;
- жарить 1;
- хворост 2;
- газовый 3;
- плита 2.

Характерным для них является наличие ряда общих семантических элементов, а именно:

- элемента «изготавливать» («тот, кто изготавливает», «изготавливать пищу», «изготовленное», «для изготовления пищи»),
- элемента «нагревание» («нагреванием на/в масле», «изготовленное кипячением», «энергия сжигаемого газа», «нагревательное устройство»),
- элемента «пища» («сладости», «изготавливать пищу», «кипячением в масле»).

Выбор названных значений обеспечивает **максимальную повторяемость** семантических элементов в пределах предложения; легко убедиться, что при любом другом осмыслении предложения повторяемость семантических элементов будет менее высокой.

На основании приведенных выше рассуждений можно сформулировать **основной семантический закон** (правило семантического согласования) [2] (Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С):

Выбирается такое осмысление предложения, при котором **повторяемость** семантических элементов достигает **максимума**.

В связи с вышесказанным можно ввести понятие **семантической связности текста**:

- текст **семантически связан**, если в лексических значениях синтаксически связанных слов имеются повторяющиеся смысловые компоненты;
- если ни для одной пары синтаксически связанных друг с другом слов это правило не соблюдено, текст **семантически не связан**.

Итак, слова в предложении подвергаются как грамматическому, так и семантическому согласованию. При этом между грамматическим и семантическим согласованием имеется существенное различие:

- слово А, грамматически согласованное с В, заимствует у последнего определенные значения в данном тексте;
- семантически согласованные друг с другом слова А и В не приобретают общие смысловые элементы в тексте, а имеют их еще в словаре.

2.4.10. Глубинно-семантический уровень

На **глубинно-семантическом уровне** – уровне универсальной семантики – решаются следующие задачи:

- элиминируются (отсеиваются) все семантически нерелевантные значения;
- эксплицируются отношения синонимии между предложениями разных (в идеале – всех) естественных языков.

Между поверхностно-синтаксическим и глубинно-синтаксическим уровнями существуют следующие соотношения:

- **Поверхностно-синтаксический уровень** – это уровень, на котором описываются специфические для данного языка «национальные» синтаксические структуры.
- **Глубинно-синтаксический уровень** – это уровень, на котором элиминируется «национальная» синтаксическая специфика, т.е. это уровень универсального синтаксиса, единого для всех естественных языков.

Для построения глубинно-семантической структуры предложения используется глубинно-семантический язык. Глубинно-семантическим языком считают элементарный универсальный семантический язык, словарь которого состоит исключительно из семантических конструкторов, являющихся именами предметов или именами простейших предикатов, по преимуществу одно- или двухместных [2] (*Апресян Ю.Д.1995сб1-Лекси_С*).

Следует отметить, что представления о глубинно-семантическом уровне у лингвистов различаются. Нет по-настоящему полной и законченной модели глубинной семантики. Поэтому в данной работе рассматривается лишь ее понятие.

В заключение рассмотрения семантического уровня анализа/синтеза естественного языка перечислим декларативные семантические знания о языке:

- Перечень семантических отношений, устанавливаемых между лексемами обрабатываемого предложения.
- Сведения о семантических группировках слов.
- Семантическая компонента модели управления конкретных лексем.
- Толкования лексем.

2.5. Вопросы и задания

1. Разработайте тезаурус (иерархическую структуру) понятий, рассмотренных в данном разделе. Представьте эту структуру в виде семантической сети на языке SC.
2. Перечислите основные разделы лингвистики и дайте соответствующие определения.
3. Перечислите и охарактеризуйте уровни изучения текста.

4. Опишите обобщенные алгоритмы анализа и синтеза текстов естественного языка. Представьте эти алгоритмы на любом формальном языке описания алгоритмов.
5. Перечислите и прокомментируйте уровни изучения текста. С какими разделами лингвистики связаны указанные уровни?
6. Перечислите и прокомментируйте основные компоненты лингвистической базы знаний естественно-языкового интерфейса.
7. С помощью материала данного раздела и любого справочника по русскому (или любому другому естественному) языку изучите основы лексики русского (или другого) языка и на основе изученного материала сформулируйте определение понятия «слово».
8. Представьте в виде схемы типологию слов русского (или любого другого) языка.
9. С использованием материалов любого справочника по русскому (или любому другому естественному) языку изучите типологию словарей естественного языка. Представьте в виде схемы типологию словарей. Дополните самостоятельно эту схему другими типами словарей (в частности, теми, которые могут быть использованы для реализации естественно-языкового интерфейса).
10. Дайте определение морфемы и перечислите типы морфем, используемых в процессе словообразования русского языка.
11. С использованием материалов любого справочника по русскому (или любому другому естественному) языку изучите самостоятельно основы словообразования в естественном языке. Запишите на любом формальном языке правила словообразования в русском (или любом другом) языке.
12. Систематизируйте формализованные при выполнении предыдущего задания правила словообразования и представьте их в виде классификационной схемы на языке SC.
13. Разработайте алгоритм словообразования какой-либо изменяемой части речи и представьте его на любом формальном языке описания алгоритмов.
14. Сформулируйте цель и задачи морфологического анализа естественно-языковых текстов.
15. Перечислите основные виды морфологического анализа. Дайте для них сравнительную характеристику. Перечислите основные достоинства и недостатки различных видов морфологического анализа.
16. Перечислите основные этапы декларативного морфологического анализа. На любом формальном языке описания алгоритмов опишите алгоритм декларативного морфологического анализа.
17. Продемонстрируйте процесс работы алгоритма декларативного морфологического анализа на примере. Какие исходные данные необходимы для выполнения данного алгоритма?
18. Перечислите основные этапы процедурного морфологического анализа.
19. Продемонстрируйте процесс работы алгоритма процедурного морфологического анализа на примере. Какие исходные данные необходимы для выполнения данного алгоритма?
20. Разработайте структуру подсистемы морфологического анализа текстов естественного языка в составе прикладной естественно-языковой системы. В рамках указанной структуры уделите особое внимание структурам данных, которые должны будут использоваться в процессе реализации морфологического анализа.
21. Перечислите «особые» морфологические категории слов естественного языка и дайте им характеристику. Сопоставьте указанные морфологические категории с аналогичными семантическими категориями.
22. Перечислите основные компоненты морфологической базы знаний естественно-языкового интерфейса.

23. Сформулируйте определение понятия «предложение». Перечислите типы предложений и представьте эту типологию в виде классификационной схемы на языке представления знаний SC.
24. Сформулируйте определение понятия «словосочетание». Перечислите виды сочетаемости слов в словосочетаниях и приведите примеры.
25. Перечислите уровни членения предложения. Приведите примеры.
26. Перечислите способы описания синтаксической структуры предложения. Сравните перечисленные способы. Укажите достоинства и недостатки.
27. Выберите из любого естественно-языкового текста несколько предложений различного типа и постройте для них системы составляющих и деревья подчинения. Сравните полученные результаты.
28. Приведите примеры предложений естественного языка, для которых можно построить несколько различных деревьев подчинения. Объясните указанный факт.
29. Можно ли для одного и того же предложения построить несколько разных систем составляющих? Почему? Приведите примеры.
30. Чем отличается размеченное дерево подчинения от неразмеченного? Приведите примеры предложений, имеющих одинаковые неразмеченные деревья подчинения, которым соответствуют различные размеченные деревья подчинения.
31. Разработайте самостоятельно алгоритм синтаксического анализа и представьте его на любом формальном языке описания алгоритмов. Какие исходные данные необходимы для реализации указанного алгоритма?
32. Перечислите основные компоненты синтаксической базы знаний естественно-языкового интерфейса.
33. Дайте обобщенную характеристику модели СМЫСЛ – ТЕКСТ. Перечислите основные компоненты модели и задачи, решаемые в рамках указанной модели.
34. Объясните на примерах понятие глубинного падежа.
35. Приведите примеры семантических валентностей.
36. Сформулируйте определение модели управления слова. Приведите примеры.
37. Перечислите способы представления МУС и отметьте достоинства и недостатки каждого из способов.
38. Для каких частей речи может быть построена МУС? Почему? Приведите примеры слов, для которых невозможно построить МУС и объясните причины.
39. Возьмите в качестве примера любое слово естественного языка и попытайтесь самостоятельно описать модель управления слова на языке представления знаний SC.
40. Перечислите основные особенности построения модели управления слова. Приведите примеры.
41. Сформулируйте определение лексической функции и цели ее использования. Приведите примеры.
42. Представьте типологию лексических функций в виде классификационной схемы на языке представления знаний SC.
43. Для чего предназначены правила перифразирования?
44. Перечислите виды правил перифразирования. Приведите примеры.
45. Чем глубинно-синтаксическая структура предложения отличается от поверхностно-синтаксической?
46. Как взаимосвязаны глубинно-синтаксическая и поверхностно-семантическая структуры предложения?

47. Приведите примеры толкований слов. Для чего используются толкования? Представьте какое-либо из толкований, приведенных в данном разделе, в виде фрагмента базы знаний на языке SC.
48. Сформулируйте закон семантического согласования. Поясните самостоятельно этот закон на своем примере. Опишите обобщенную структуру алгоритма использования закона семантического согласования в процессе анализа семантики естественно-языковых текстов. Какие исходные данные необходимы для программной реализации указанного закона?
49. Перечислите основные элементы формального семантического языка.
50. Перечислите основные компоненты семантической базы знаний естественно-языкового интерфейса.

Библиотека БГУИР

3. Естественнo-языковой интерфейс: реализация

Как указывалось в разд. 1, в результате анализа понятий «общение», «диалог», «язык» можно переходить к вопросам реализации процесса общения человека и компьютера на естественном языке. В этом случае говорят о создании так называемых **естественно-языковых систем** (ЕЯ-систем). Будем понимать под естественнo-языковой системой систему, которая в той или иной мере обрабатывает естественнo-языковые тексты. В настоящее время, учитывая сложность создания полноценного естественнo-языкового общения с компьютером и потребности в компьютерной обработке лингвистической информации, следует рассматривать несколько разновидностей ЕЯ-систем:

- специализированные системы обработки естественного языка (автоматизированные словари, статистический и др. анализ ЕЯ и т.п.);
- прикладные системы различного назначения с естественнo-языковым интерфейсом (в частности, диалоговые, информационно-поисковые, обучающие и др. системы).

В данном разделе рассматриваются некоторые аспекты реализации естественнo-языкового интерфейса, обсуждается проблема использования естественнo-языкового интерфейса в прикладных компьютерных системах (в том числе в ИС), приведены примеры естественнo-языковых систем.

3.1. Структура знаний естественнo-языкового интерфейса

В соответствии с общими принципами разработки интеллектуальных систем следует разработать структуру знаний естественнo-языковой системы. Так как проблема реализации естественнo-языкового интерфейса является достаточно сложной, то целесообразно рассматривать естественнo-языковой интерфейс интеллектуальной системы как подсистему, построенную по тем же принципам, что и сама интеллектуальная система. В связи с этим, набор компонентов естественнo-языкового интерфейса почти полностью будет совпадать с множеством компонентов ИС. Подробно структура ИС и их взаимосвязь рассматривается в рамках учебной дисциплины «Прикладные интеллектуальные системы и системы принятия решений» (*УчДисц24-ПриклИС*). Одним из важнейших компонентов ИС является ее база знаний. Поэтому в данном разделе будем рассматривать более детально именно этот компонент естественнo-языкового интерфейса (ЕЯ-интерфейса).

В состав знаний ЕЯ-интерфейса (и в том числе ЕЯ-системы) включаются следующие основные компоненты:

- лингвистические знания (лексические, морфологические, синтаксические, семантические, прагматические) – см. разд. 2;
- знания о процессе общения (модель общения, модель диалога) – см. разд. 1;
- знания о пользователе (наиболее полно эта проблема решается в рамках так называемых интеллектуальных обучающих систем);
- знания «о себе»;
- знания об окружающем мире (база знаний предметной области).

В данном разделе рассмотрим примеры формирования баз данных и знаний естественнo-языковой системы.

В разд. 2 были рассмотрены основные разделы лингвистики. В частности, указывалось о необходимости создания всевозможных словарей, хранящих в своем составе информацию о лексическом составе языка, морфологии, синтаксисе и семантике языка. На рис. 3.1 приведен один из способов организации структуры базы данных, которая может быть использована для хранения морфологической информации о языке. В данном примере для каждой части речи заведена отдельная таблица, в которой для словоформы указывается перечень ее морфологических категорий (см. табл. 2.1). В свою очередь, для каждой морфологической категории создается также отдельная таблица со списком возможных

Помимо комбинаций значений морфологических категорий в данной таблице используется специальное индексированное поле, называемое тэгом. Для каждой комбинации значений морфологических категорий задается свой уникальный тэг, который впоследствии приписывается соответствующей словоформе. Информация о словоформе помещается в таблицу для каждой части речи. Посредством данного тэга происходит определение всех значений морфологических категорий при обращении к словарю.

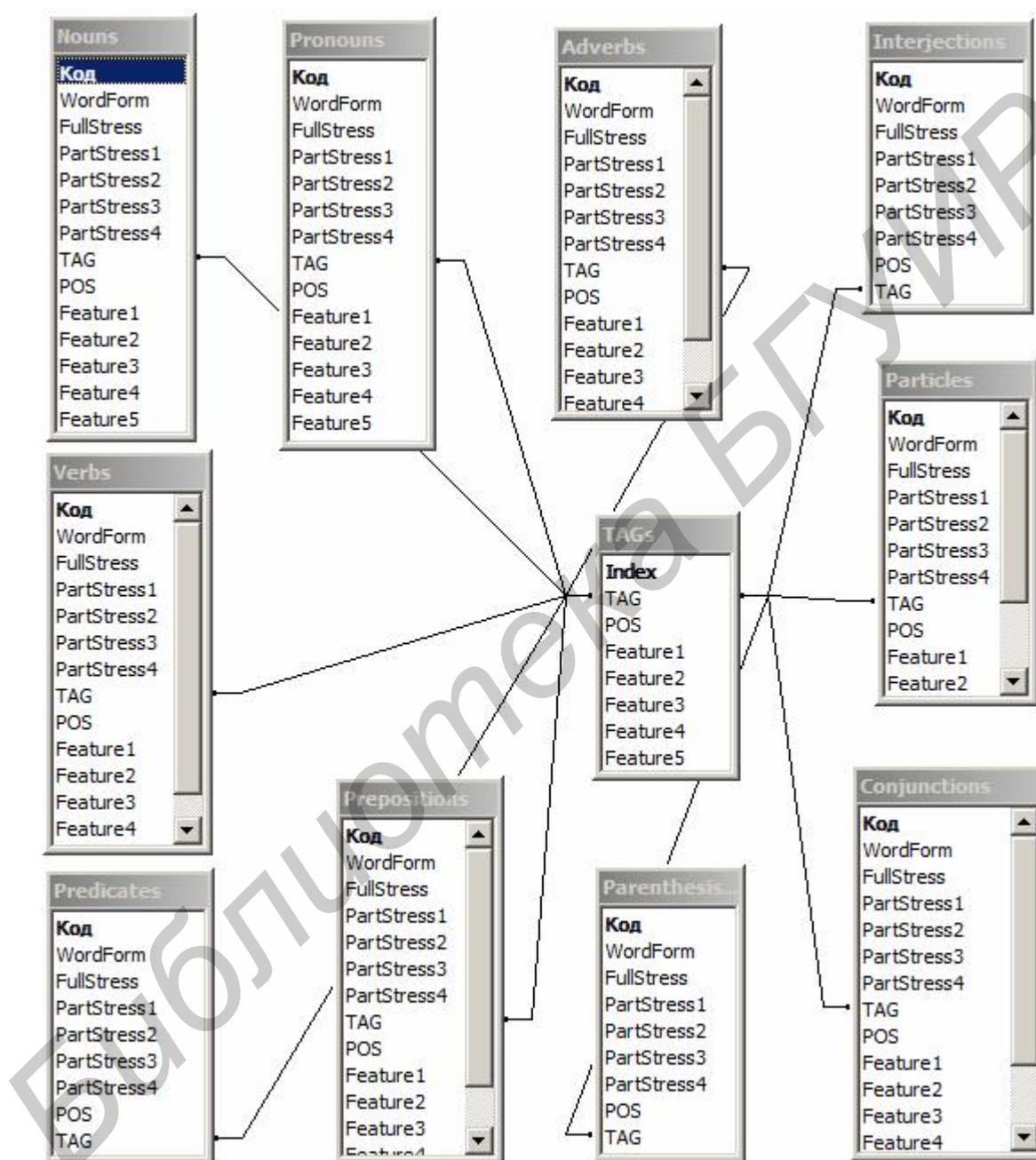


Рис. 3.2. Альтернативный вариант структуры базы данных словоформ языка

В табл. 3.1 – 3.3 приведены фрагменты перечня значений морфологических категорий для имени существительного, союза и предлога соответственно.

Таблица 3.1

Фрагмент списка значений морфологических категорий имени существительного

№	Тэг	Часть речи	Собственность/ нарицательность	Одушевленность	Род	Число	Падеж
25	NCANSN	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	ед. ч.	им. п.
26	NCANSG	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	ед. ч.	род. п.
27	NCANSD	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	ед. ч.	дат. п.
28	NCANSA	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	ед. ч.	вин. п.
29	NCANSI	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	ед. ч.	тв. п.
30	NCANSP	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	ед. ч.	предл. п.
31	NCANPN	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	мн. ч.	им. п.
32	NCANPG	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	мн. ч.	род. п.
33	NCANPD	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	мн. ч.	дат. п.
34	NCANPA	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	мн. ч.	вин. п.
35	NCANPI	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	мн. ч.	тв. п.
36	NCANPP	Имя существительное	нариц.	одуш.	с. р.	мн. ч.	предл. п.
37	NCIMSN	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	ед. ч.	им. п.
38	NCIMSG	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	ед. ч.	род. п.
39	NCIMSD	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	ед. ч.	дат. п.
40	NCIMSA	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	ед. ч.	вин. п.
41	NCIMSI	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	ед. ч.	тв. п.
42	NCIMSP	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	ед. ч.	предл. п.
43	NCIMPN	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	мн. ч.	им. п.
44	NCIMPG	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	мн. ч.	род. п.
45	NCIMPD	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	мн. ч.	дат. п.
46	NCIMPA	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	мн. ч.	вин. п.
47	NCIMPI	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	мн. ч.	тв. п.
48	NCIMPP	Имя существительное	нариц.	неодуш.	м. р.	мн. ч.	предл. п.

Таблица 3.2

Фрагмент списка значений морфологических категорий союза

№	Тэг	Часть речи	Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3	Характеристика 4
314	CCCCD	Союз	сочинительный	соединительный	составной	расчлененный
315	CCACD	Союз	сочинительный	противительный	составной	расчлененный
316	CCDCD	Союз	сочинительный	разделительный	составной	расчлененный
317	CCMCD	Союз	сочинительный	сопоставительный	составной	расчлененный
318	CCNCD	Союз	сочинительный	присоединительный	составной	расчлененный
319	CCECD	Союз	сочинительный	пояснительный	составной	расчлененный
320	CCUCD	Союз	сочинительный	неопред.	составной	расчлененный
325	CCGCD	Союз	сочинительный	градационный	составной	расчлененный
326	CCCSR	Союз	сочинительный	соединительный	простой	повторяющийся
327	CCDSR	Союз	сочинительный	разделительный	простой	повторяющийся
328	CCCCR	Союз	сочинительный	соединительный	составной	повторяющийся

Таблица 3.3

Фрагмент списка значений морфологических категорий предлога

№	Тэг	Часть речи	Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3	Характеристика 4
486	PNNSN	Предлог	непервообразный	отыменный	простой	им. п.
487	PNNSG	Предлог	непервообразный	отыменный	простой	род. п.
488	PNNSD	Предлог	непервообразный	отыменный	простой	дат. п.
489	PNNSA	Предлог	непервообразный	отыменный	простой	вин. п.
490	PNNSI	Предлог	непервообразный	отыменный	простой	тв. п.
491	PNNSP	Предлог	непервообразный	отыменный	простой	предл. п.
492	PNASN	Предлог	непервообразный	наречный	простой	им. п.
493	PNASG	Предлог	непервообразный	наречный	простой	род. п.
494	PNASD	Предлог	непервообразный	наречный	простой	дат. п.
495	PNASA	Предлог	непервообразный	наречный	простой	вин. п.
496	PNASI	Предлог	непервообразный	наречный	простой	тв. п.
497	PNASP	Предлог	непервообразный	наречный	простой	предл. п.
498	PNVSN	Предлог	непервообразный	отглагольный	простой	им. п.
499	PNVSG	Предлог	непервообразный	отглагольный	простой	род. п.
500	PNVSD	Предлог	непервообразный	отглагольный	простой	дат. п.
501	PNVSA	Предлог	непервообразный	отглагольный	простой	вин. п.
502	PNVSI	Предлог	непервообразный	отглагольный	простой	тв. п.
503	PNVSP	Предлог	непервообразный	отглагольный	простой	предл. п.

3.2. Интерфейс интеллектуальной системы

В работе [9] (Голенков В.В..2001мон-Интел_О_С) приведены основные составляющие человеко-машинного взаимодействия. Классификация параметров интерфейса представлена на рис. 3.3. Параметры объединены в 4 группы в соответствии с тем, какие аспекты интерактивного взаимодействия они охватывают: функциональные, интерактивные, оформительские или сервисные. Это «классический» подход к пониманию интерфейса «человек – компьютер».

За ту часть интерфейса, которая непосредственно связана с решением прикладных задач пользователя, отвечают функциональные интерфейсные параметры. Интерактивные интерфейсные параметры определяют характер протекания системного взаимодействия – степень комфортности пользователя в нем. Сервисные параметры включают все объекты, участвующие в справочно-информационном или обучающем функционировании диалогового интерфейса. Объединенные в заключительный блок оформительские интерфейсные параметры характеризуют участие пользователя в процессе отображения системной информации на экране.

Однако современное состояние проблемы разработки интерфейсов заставляет задумываться об обеспечении более естественных форм взаимодействия с пользователем, в частности, с использованием естественно-языкового интерфейса. Наиболее остро эта проблема встает в рамках обучающих компьютерных систем и аналогичных им системах, пользователи которых не являются достаточно квалифицированными в области компьютерных технологий.



Рис. 3.3. Обобщенная модель структуры интерфейса

На рис. 3.4 приведена общая структура интерфейса компьютерной системы обучения (КСО). Здесь учитывается два наиболее перспективных на текущий момент класса систем обучения: *интеллектуальные обучающие системы* (ИОС) [9] (Голенков В.В..2001мон-Интел_О_С) и *системы дистанционного обучения* (СДО).

Следует отметить, что особую актуальность начинает приобретать также проблема разграничения прав доступа к различным информационным ресурсам различных категорий пользователей. Поэтому интерфейс любой системы должен включать *средства идентификации пользователя*. Ввиду сказанного указанный компонент требует отдельного рассмотрения, поэтому в рамках данной работы подробно не рассматривается. Выделим лишь следующие характерные для него функциональные части:

- идентификация пользователя по его принадлежности к категории разработчика либо потребителя;
- идентификация возрастной категории;
- идентификация уровня подготовки пользователя по соответствующей предметной области;
- стадия процесса взаимодействия с пользователем;
- принадлежность пользователя к некоторому коллективу (рабочей группе);
- статус пользователя в составе рабочей группы;
- индивидуальные особенности пользователя (психологические, поведенческие, возможные предпочтения и пожелания) и др.



Рис. 3.4. Структура интерфейса компьютерной системы обучения

Как видно из рис. 3.4, внешний интерфейс КСО является *аппаратно-программным комплексом* на всех уровнях обеспечения взаимодействия с пользователем.

Исходя из используемых для реализации интерфейса средств, а также задач повышения эффективности взаимодействия с пользователем, выбирается тот или иной *вид интерфейса* либо комбинация видов. Основные виды внешнего интерфейса также перечислены на рис. 3.4.

С целью повышения гибкости интерфейса представляется целесообразной разработка модели интерфейса. Наличие модели адаптивного пользовательского интерфейса дает возможность обеспечить процесс его настраиваемости в соответствии с индивидуальными особенностями конкретного пользователя, что позволит с полным правом назвать интерфейс системы **интеллектуальным**.

Следующим шагом после определения модели интерфейса и параметров адаптации является выявление взаимосвязей, отражающих зависимость адаптивных параметров интерфейса от конкретных характеристик пользователя. Для этой цели разрабатываются всевозможные тесты, призванные определить именно те параметры, которые в наибольшей степени влияют на процесс адаптации.

Одним из перспективных в настоящее время является метод описания пользовательского интерфейса на языке представления знаний в составе базы знаний интеллектуальной системы. Такой подход позволяет загрузить в память системы всю необходимую информацию как о пользователе, так и об интерфейсе, включая правила и закономерности,

выявленные в процессе анализа характеристик пользователя. Согласно этим правилам с помощью соответствующих процедур вывода будет осуществляться формирование индивидуальной интерфейсной модели интерфейса для конкретного пользователя.

Для построения интеллектуального пользовательского интерфейса предлагается использовать следующие средства:

- открытый язык визуального представления интерфейса в виде семантической сети;
- наборы стилей визуализации;
- средства поддержки динамического пользовательского интерфейса;
- интерфейсная модель пользователя (как основная часть модели общения).

Вообще, если система обладает интеллектуальным интерфейсом, то ее с полным правом можно считать интеллектуальной.

Остановимся кратко на естественно-языковом аспекте взаимодействия с пользователем.

В настоящее время существуют работы, посвященные реализации естественно-языковых интерфейсов в компьютерных системах различного назначения, например для реляционных баз данных [16] (*Курбатов С.С.2003ст-Автом_П_ЕЯ_И*). Существует также ряд подходов к реализации естественно-языковых интерфейсов, которые базируются на накопленном опыте в области компьютерной лингвистики.

Естественно-языковой интерфейс пользователя и компьютерной системы в целом представляет собой:

- обмен информацией в виде текстов на естественном языке;
- обмен информацией в речевой форме (речевой интерфейс) [18] (*Лобанов Б.М..2006уч-Речев_И*).

Преимуществами естественно-языкового интерфейса являются следующие:

- обмен информацией на естественном языке является одним из наиболее распространенных способов общения людей;
- упрощается проблема обучения пользователя интеллектуальной системы работе с ней;
- упрощается решение проблемы перевода текстов с одного естественного языка на другой и создания многоязычных ИС.

Главной особенностью реализации естественно-языкового интерфейса является выработка таких подходов, использование которых обеспечило бы упрощение взаимодействия пользователя с ИС и позволило ему, во-первых, лучше понимать, что требуется делать, а во-вторых, иметь возможность сообщить системе о любых своих затруднениях. Иными словами, главной задачей реализации естественно-языкового интерфейса является его уместное использование там, где это действительно требуется, без отказа от уже привычных форм организации диалога компьютерной системы с пользователем. Основными проблемами реализации естественно-языкового интерфейса являются следующие:

- уточнение модели общения ИС и пользователя с целью определения тех компонентов системы, интерфейс которых должен быть естественно-языковым;
- разработка структуры естественно-языкового интерфейса;
- разработка структуры и определение функций естественно-языковой подсистемы ИС.

В качестве задач реализации естественно-языкового интерфейса ИС можно указать следующие:

- уточнение модели общения ИС и пользователя с целью определения тех компонентов, интерфейс которых может и должен быть естественно-языковым;
- разработка структуры и определение функций подсистемы естественно-языкового интерфейса ИС;
- разработка семантического подязыка представления знаний о естественном языке;
- разработка баз знаний естественного языка (для различных естественных языков);

- описание соответствий между элементами предметной БЗ ИС и БЗ естественного языка для осуществления процедур перевода с внутреннего семантического языка на естественный язык и обратно;
- программная реализация указанных соответствий;
- описание команд управления ИС путем естественно-языкового общения;
- реализация соответствий между внутренним языком вопросов и команд управления ИС и естественно-языковыми конструкциями.

Так как разработка естественно-языкового интерфейса представляет собой трудоемкий процесс, то имеет смысл ограничиться каким-либо из способов:

- предметной областью;
- объемом словаря и сложностью языковых конструкций;
- назначением интеллектуальной системы.

В связи с вышесказанным для упрощения будем вести рассуждения об особенностях построения естественно-языкового интерфейса компьютерных систем обучения. Учитывая то, что любая интеллектуальная система в некоторой степени должна обладать свойствами обучающей системы, предложенный подход можно считать правомерным.

Обобщенная схема обмена естественно-языковыми сообщениями пользователя с КСО представлена на рис. 3.5. Отсюда видно, что пользователю должны быть предоставлены средства ввода на естественном языке своих вопросов к системе, запросов на поиск той или иной информации, а также ответов на вопросы системы. Для достижения этой цели в составе интерфейса КСО необходимо предусмотреть средства ввода такого рода информации. При этом для удобства пользователя желательно также предусмотреть средства быстрого ввода на основе имеющейся в естественно-языковой подсистеме словаря. С помощью средств быстрого ввода пользователь сможет вводить текст вопросов путем набора нескольких первых букв слов, а остальные будут подставляться автоматически.

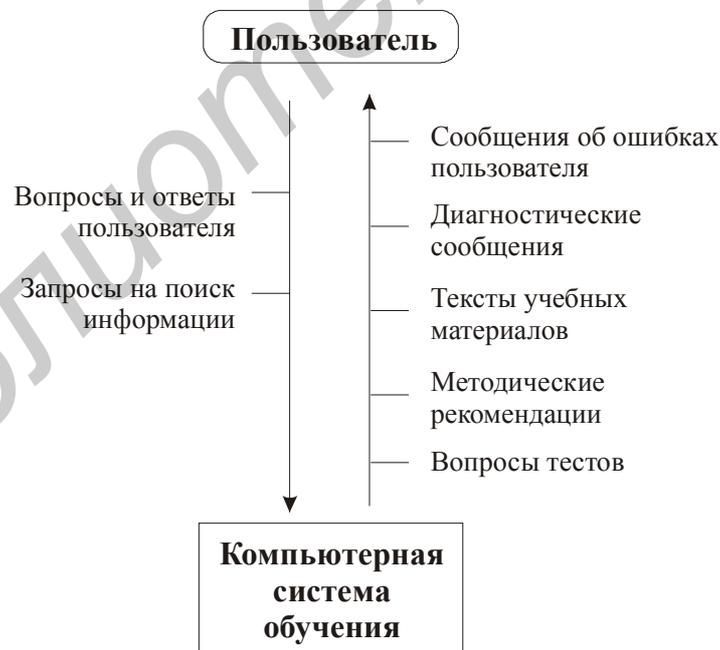


Рис. 3.5. Обмен текстовой информацией пользователя и КСО

КСО обеспечивает пользователя гораздо более разнообразной текстовой информацией, которую необходимо выводить в форме, удобной для быстрого чтения, а также в тех местах рабочей области КСО, где это наиболее гармонично воспринимается. В частности, тексты

учебных материалов принято выводить в большом («главном») окне. Диагностические сообщения, а также сообщения об ошибках пользователя напротив обычно выводятся в некоторой специально выделенной части экрана (рис. 3.6).

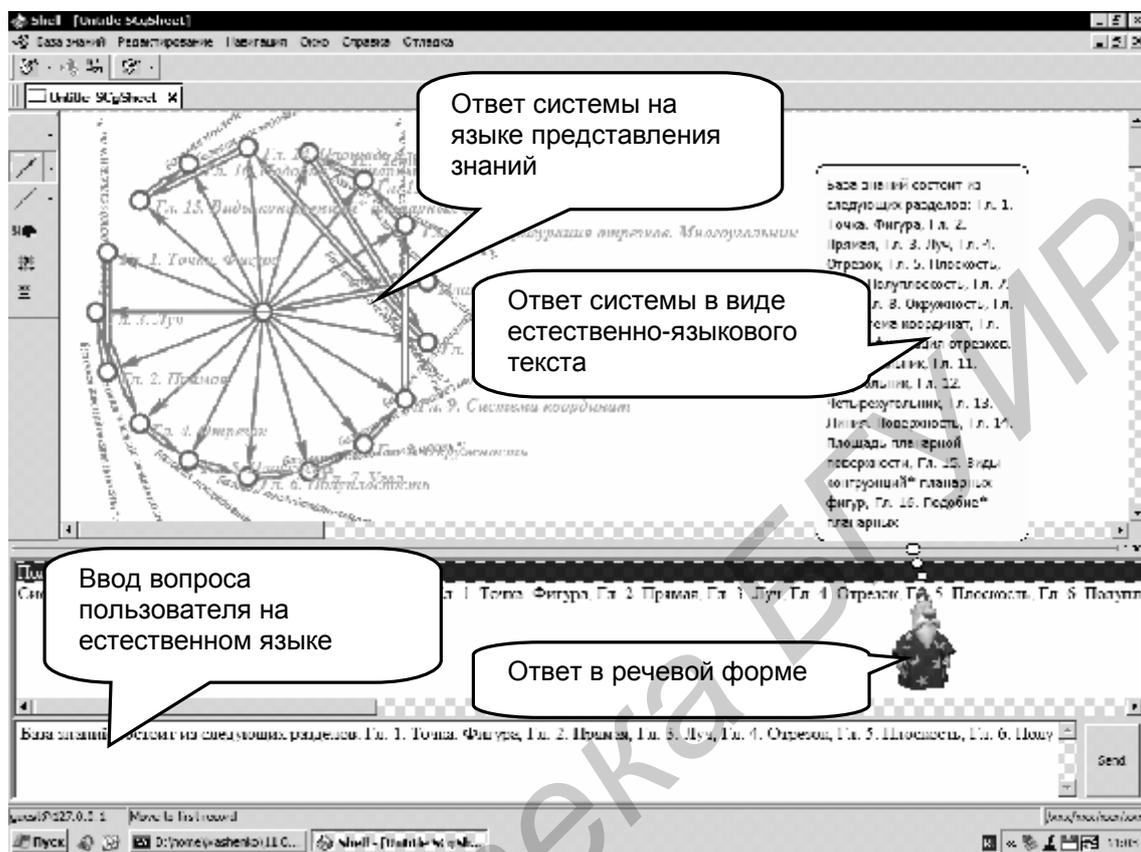


Рис. 3.6. Мультимодальный интерфейс КСО

Интеграция знаний различных подсистем ИОС на основе единого языка представления знаний (например SC) позволяет реализовать естественно-языковое взаимодействие с пользователем на основе перевода формальных высказываний с этого языка на естественный язык. Таким образом, задача реализации естественно-языкового интерфейса значительно упрощается. На рис. 3.7 приведен фрагмент базы знаний ИОС, в которой интегрируются знания из предметной области обучения и лингвистики на уровнях морфологии и синтаксиса.

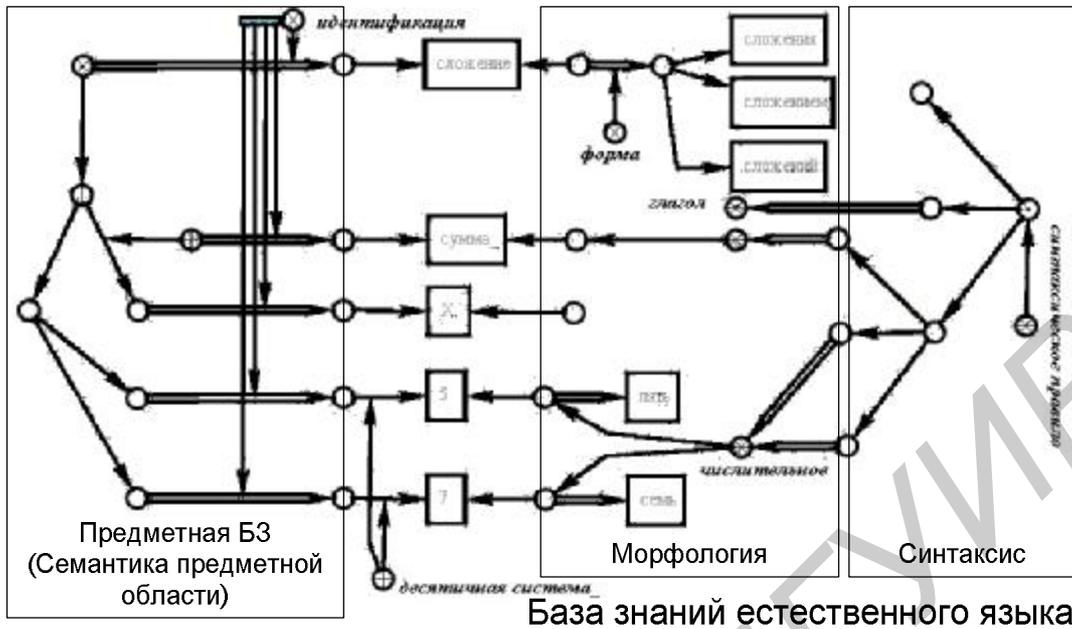


Рис. 3.7. Знания интеллектуального интерфейса ИОС

Обобщенная структура естественно-языковой подсистемы КСО представлена на рис.3.8 и имеет традиционно реализуемые в системах рассматриваемого класса компоненты. Здесь же представлены основные функции блоков естественно-языковой подсистемы. Следует отметить, что для реализации естественно-языковой подсистемы КСО целесообразно использовать ограниченный словарь естественного языка. Ограничения словаря осуществляются по следующим основным направлениям:

- ограничения, накладываемые предметной областью, по которой будет вестись обучение;
- ограничения, накладываемые стилем общения ученика и учителя;
- системные ограничения (например, для синтеза сообщений системы могут использоваться заранее предусмотренные наборы слов).

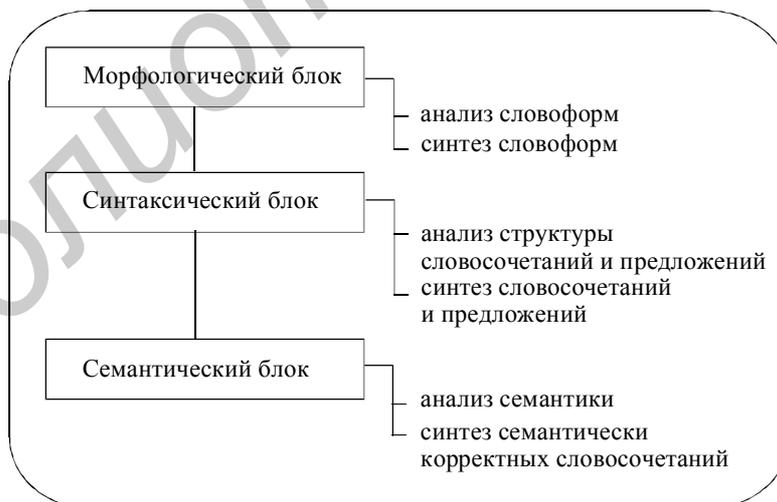


Рис. 3.8. Естественно-языковая подсистема КСО

Формирование начального состояния словаря естественно-языковой подсистемы может быть реализовано автоматизированным образом. Для этой цели необходимо разработать подсистему автоматизированного формирования словаря, которая на входе имеет наборы исходных текстов учебных материалов, а на выходе – доработанный экспертом-лингвистом словарь. Обобщенная схема работы такой подсистемы следующая:

- 1) выбор отдельных словоформ из исходного текста и погружение их в список словоформ с последующим упорядочиванием либо по алфавиту, либо по частоте встречаемости в текстах;
- 2) организация диалога с экспертом-лингвистом для занесения в словарь служебной информации о морфологических типах словоформ, их синтаксической роли и семантике;
- 3) сохранение словарных зон (морфологической, синтаксической, семантической) в компактном виде с целью последующего использования для анализа и синтеза естественно-языковых текстов.

Следует также отметить, что одним из требований к естественно-языковой подсистеме КСО является возможность расширения словаря на этапах эксплуатации системы. Это означает то, что подсистема формирования словаря является неотъемлемой частью естественно-языковой подсистемы.

На рис. 3.9 приведен пример подсистемы автоматизированного формирования словаря естественно-языковой системы учебного назначения «Морфологический анализатор текста». На рис. 3.10. представлен пример работы указанной системы.

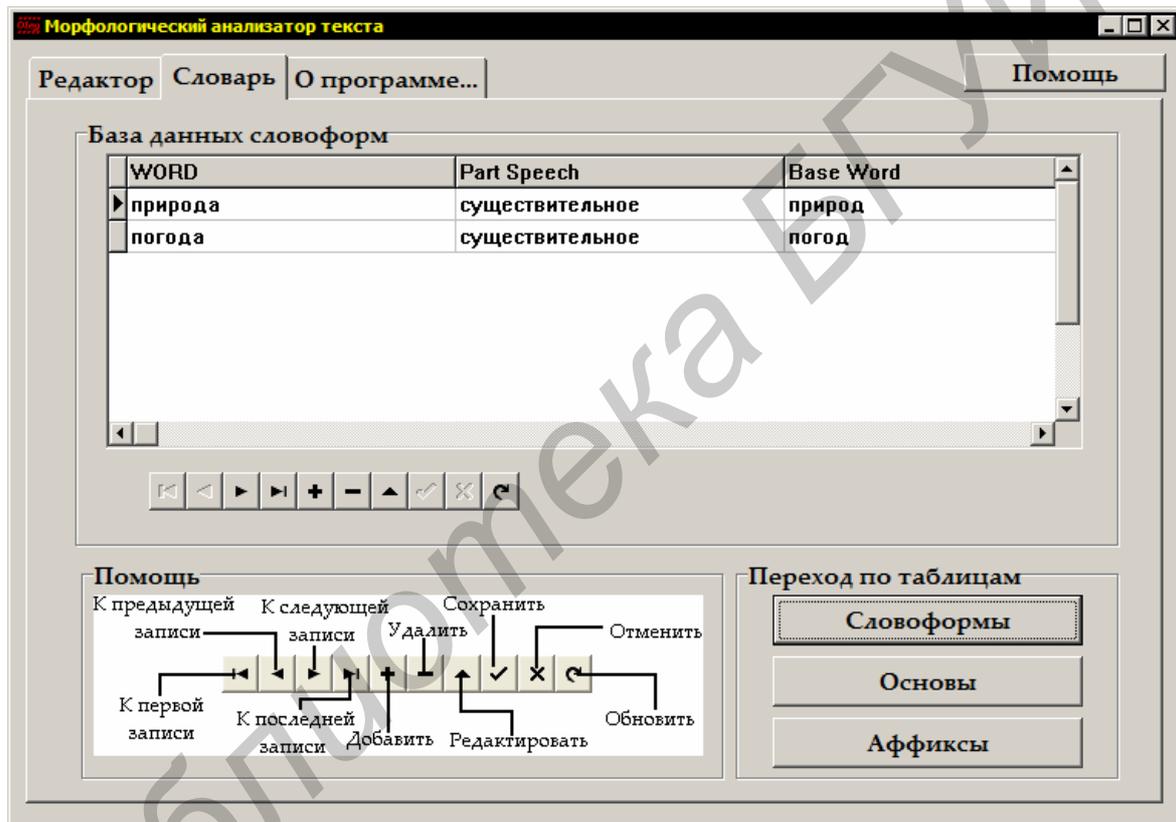


Рис. 3.9. Автоматизированное формирование словаря ЕЯ-системы

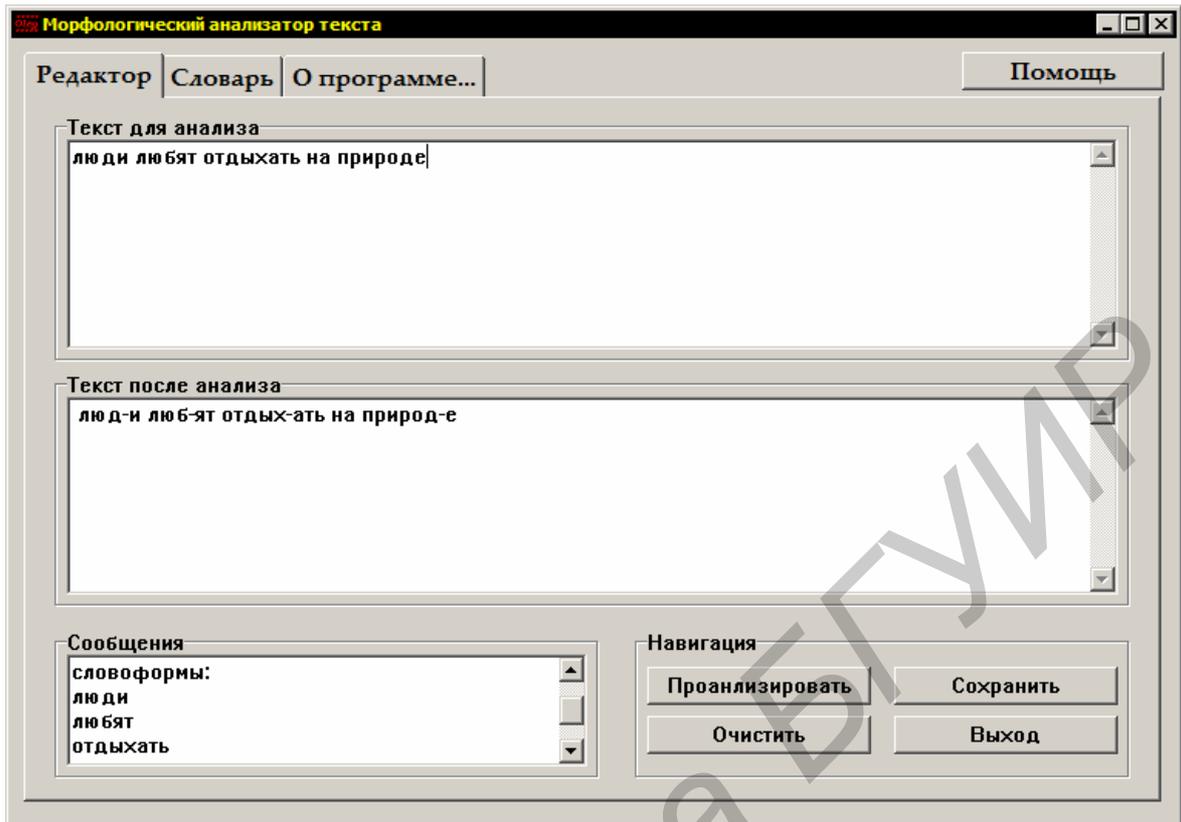


Рис. 3.10. Пример работы ЕЯ-системы учебного назначения «Морфологический анализатор текста»

На рис. 3.11 приведен пример работы системы автоматического синтеза четверостиший. Из рисунка видно, что данная система также содержит подсистему работы со словарем.

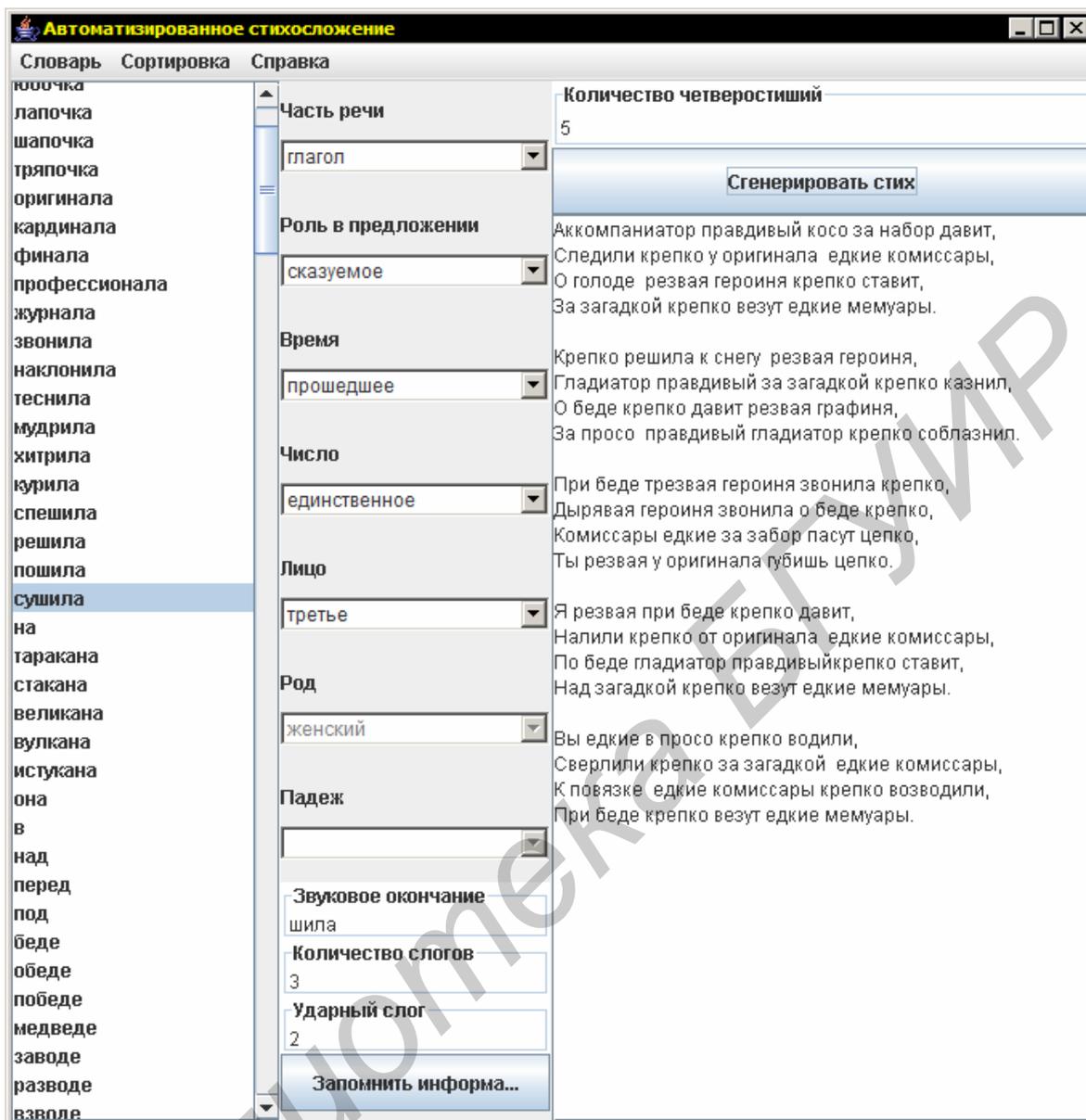


Рис. 3.11. Пример работы ЕЯ-системы автоматического синтеза четверостиший

Разработка естественно-языковой подсистемы КСО имеет своей целью не только обеспечение соответствующего взаимодействия с пользователем, но также может использоваться для реализации ряда других прикладных функций КСО. В частности, это может быть особенно актуально в интеллектуальных обучающих системах [9] (Голенков В.В., 2001 мон-Интел_О_С), где, помимо собственно естественно-языкового ввода и вывода, может осуществляться анализ моторных ошибок пользователя с целью выявления степени его усталости и выработки наиболее адекватных стратегий обучения. Кроме того, существуют также методы автоматической генерации учебных заданий на основе текстов учебного материала [5] (Башмаков А.И., 2003 кн-Разра_К_У).

В заключение рассмотрения вопросов организации естественно-языкового интерфейса интеллектуальной системы отметим, что в настоящее время еще более эффективными и востребованными становятся **персонализированные системы с виртуальным ассистентом и мультимодальные интерфейсы.**

При разработке персонализированных систем должны моделироваться не только сами интеллектуальные функции, но и особенности их проявления у конкретного человека. При 144

этом виртуальный ассистент должен обладать внешними признаками, логикой, знаниями, манерой поведения конкретной личности. В частности, первые разработки в данной области, направленные на выявление персональных особенностей голоса и манеры чтения личности и реализацию этих особенностей при синтезе речи по тексту, получили название **компьютерного клонирования голоса и речи личности**.

Мультимодальные системы поддерживают различные способы представления и отображения информации разного вида (см. рис. 3.6):

- тексты;
- графика;
- элементы мультимедиа;
- речь, звук и т.д.

Специалисты в области разработки ИС считают, что за интеллектуальными системами с мультимодальными интерфейсами будущее. Кроме того, такие системы должны быть способны сами приобретать новые данные, знания и умения. Для систем с естественно-языковым интерфейсом это не менее актуально, так как любой человек в течение всей жизни совершенствуется в своем владении естественным языком, изучает новые слова, обозначающие новые понятия, совершенствует знания грамматики, изменяет стиль изложения информации в текстовой и речевой формах, осваивает различные способы и формы общения. Точно так же и интеллектуальная система в процессе своего функционирования должна уметь обучаться естественному языку.

3.3. Вопросы и задания

1. Разработайте тезаурус (иерархическую структуру) понятий, рассмотренных в данном разделе. Представьте эту структуру в виде семантической сети на языке SC.
2. Перечислите основные задачи реализации естественно-языкового интерфейса.
3. Представьте структуру базы знаний естественно-языкового интерфейса в виде семантической сети на языке SC.
4. Приведите примеры естественно-языковых приложений.

Литература

1. *Андерсон Дж. 2002кн-Когни_П*
Андерсон, Дж. Когнитивная психология / Дж. Андерсон. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2002. – 496 с.
2. *Апресян Ю.Д. 1995сб1-Лекси_С*
Апресян, Ю. Д. Избранные труды. В 2 т. Т. 1 : Лексическая семантика / Ю. Д. Апресян. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Шк. «Яз. рус. культуры», Изд. фирма «Восточ. лит.» РАН, 1995. – 472 с.
3. *Апресян Ю.Д. 1995сб2-Интег_О_Я*
Апресян, Ю. Д. Избранные труды. В 2 т. Т. 2 : Интегральное описание языка и системная лексикография / Ю. Д. Апресян. – М. : Шк. «Яз. рус. культуры», 1995. – 767 с.
4. *Русск_Я-1984спр*
Баранов, М. Т. Русский язык : справ. для учащихся / М. Т. Баранов, Т. А. Костяева, А. В. Прудникова ; под ред. Н. М. Шанского. – М. : Просвещение, 1984. – 287 с.
5. *Башмаков А.И.. 2003кн-Разра_К_У*
Башмаков, А. И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. – М. : Информ.-изд. дом «Филинь», 2003.
6. *Белоногов Г.Г.. 1983кн-Язык_С*
Белоногов, Г. Г. Языковые средства автоматизированных информационных систем / Г. Г. Белоногов, Б. А. Кузнецов. – М. : Наука. 1983. – 287 с.
7. *Галушко Н.Л. 2007ст-Систе_С*
Галушко, Н. Л. Системность синтаксиса русского языка. Анализ употребления различных комбинаций субъекта, предиката, объекта в простом предложении / Н. Л. Галушко // Чтения, посвященные памяти профессора В. А. Карпова, Минск, 17 марта 2007 г. : сб. материалов / отв. за вып. А. И. Головня. – Минск : Изд. центр БГУ, 2007. – С. 78–84.
8. *Гладкий А.В. 1985ст-Синта_С*
Гладкий, А. В. Синтаксические структуры естественного языка в автоматизированных системах общения / А. В. Гладкий. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. – 144 с.
9. *Голенков В.В.. 2001мон-Интел_О_С*
Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации / В. В. Голенков [и др.] ; под ред. В. В. Голенкова, В. Б. Тарасова. – Минск : БГУИР, 2001. – 488 с.
10. *Головня А.И. 2007мон-Омони_К*
Головня, А. И. Омонимия как системная категория языка : моногр. / А. И. Головня. – Минск : Изд. центр БГУ, 2007. – 132 с.
11. *Гордей А.Н. 1998кн-Принц_И_С*
Гордей, А. Н. Принципы исчисления семантики предметных областей / А. Н. Гордей. – Минск : Белгосуниверситет, 1998. – 156 с.
12. *Гордей А.Н. 2007ст-Лингв_и_М_О*
Гордей, А. Н. Лингвистическая и металингвистическая операция / А. Н. Гордей // Чтения, посвященные памяти профессора В. А. Карпова, Минск, 17 марта 2007 г. : сб. материалов / отв. за вып. А. И. Головня. – Минск : Изд. центр БГУ, 2007. – С. 12–18.
13. *Долбик Е.Е. 2007ст-Фрагме_М_С*
Долбик, Е. Е. Фрагмент матричного словаря русского языка / Е. Е. Долбик // Чтения, посвященные памяти профессора В. А. Карпова, Минск, 17 марта 2007 г. : сб. материалов / отв. за вып. А. И. Головня. – Минск : Изд. центр БГУ, 2007. – С. 91–93.

14. **Зубов А. В. 2007ст-Инфор_Т**
Зубов, А. В. Информационные технологии в исследовании текста и речи в МГЛУ / А. В. Зубов // Чтения, посвященные памяти профессора В. А. Карпова, Минск, 17 марта 2007 г. : сб. материалов. – Минск : Изд. центр БГУ, 2007. – С. 23–27.
15. **Карпов В. А. 1992кн-Язык_к_С**
Карпов, В. А. Язык как система / А. В. Карпов. – Минск : Выш. шк., 1992. – 302 с.
16. **Курбатов С. С. 2003ст-Автом_П_ЕЯ_И**
Курбатов, С. С. Автоматизированное построение естественно-языкового интерфейса для реляционных баз данных / С. С. Курбатов // Новости искусственного интерфейса. – 2003.
17. **Лобанов Б. М. 2002ст-Комп_К_П_Г**
Лобанов, Б. М. Компьютерное «клонирование» персонального голоса и речи / Б. М. Лобанов // Новости искусственного интеллекта. – 2002. – № 5. – С. 35–39.
18. **Лобанов Б. М. 2006уч-Речев_И**
Лобанов, Б. М. Речевой интерфейс интеллектуальных систем : учеб. пособие / Б. М. Лобанов, О. Е. Елисеева ; под науч. ред. В. В. Голенкова . – Минск : БГУИР, 2006. – 152 с.
19. **Мартынов В. В. 1977кн-Униве_С_К**
Мартынов, В. В. Универсальный семантический код (Грамматика. Словарь. Тексты) / В. В. Мартынов. – Минск : Наука и техника, 1977. – 191 с.
20. **Мартынов В. В. 1982кн-Катег_Я**
Мартынов, В. В. Категории языка. Семиологический аспект / В. В. Мартынов. – М. : Наука, 1982. – 192 с.
21. **Маши_Ф_Р_Я 1986кн**
Машинный фонд русского языка : идеи и суждения. – М. : Наука, 1986. – 240 с.
22. **Толкачев С. Ф. 2006кн-Нейро_П_Д_С**
Толкачев, С. Ф. Нейронное программирование диалоговых систем / С. Ф. Толкачев. – М. : КОРОНА-Век, 2006. – 192 с.
23. **Попов Э. В. ред. 1990спр-ИскусИ-К1**
Искусственный интеллект. В 3 кн. Кн. 1 : Системы общения и экспертные системы : справ. / под ред. Э. В. Попова. – М. : Радио и связь, 1990.
24. **Попов Э. В. 1982кн-Общен_с_ЭВМ**
Попов, Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке / Э. В. Попов. – М. : Наука. 1982. – 360 с.
25. **Поспелов Д. А. ред. 1994слов-Инфор**
Информатика : энцикл. слов. для начинающих / сост. Д. А. Поспелов. – М. : Педагогика-Пресс, 1994.
26. **Ростовцев В. Н. 2007ст-Элеме_С**
Ростовцев, В. Н. Элементы смысла / В. Н. Ростовцев // Чтения, посвященные памяти профессора В. А. Карпова, Минск, 17 марта 2007 г. : сб. материалов / отв. за вып. А. И. Головня. – Минск : Изд. центр БГУ, 2007. – С. 37–41.
27. **Семан_М-2004уч-Голенков В. В.**
Семантическая модель сложноструктурированных баз данных и баз знаний : учеб. пособие / В. В. Голенков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2004. – 263 с.
28. **Соломоник А. 1995кн-Семио_и_Л**
Соломоник, А. Семиотика и лингвистика / А. Соломоник. – М. : Молодая гвардия, 1995. – 352 с.

29. **Соссюр Ф. 1977кн-Труды_по_Я**
Соссюр, Ф. Труды по языкознанию / Ф. Соссюр ; пер. с фр.; под ред. А. А. Холодовича. – М. : Прогресс, 1977. – 696 с.
30. **Торрес Р. Дж. 2002кн-Практ_Р**
Торрес, Р. Дж. Практическое руководство по проектированию и разработке пользовательского интерфейса / Р. Дж. Торрес ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2002. – 400 с.
31. **Урманцев Ю. А. 1974кн-Симме_П**
Урманцев, Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии / Ю. А. Урманцев. – М. : Мысль, 1974. – 230 с.
32. **Урманцев Ю. А. 1988кн-Эволю**
Урманцев, Ю. А. Эволюционика / Ю. А. Урманцев. – Пущино : Изд-во Пущино, 1988. – 78 с.
33. **Языко_С-1990нос**
Филиппович, Ю. Н. Организация взаимодействия человека с техническими средствами АСУ. В 7 кн. Кн. 2 : Языковые средства диалога человека с ЭВМ : практ. пособие / Ю. Н. Филиппович, Е. В. Родионов, Г. А. Черкасова ; под ред. В. Н. Четверикова. – М. : Высш. шк., 1990. – 159 с.
34. **UML-Гома Х. 2002кн**
Гома, Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений / Х. Гома ; пер. с англ. – М. : ДМК Пресс, 2002. – 704 с.
35. **Люгер Дж. Ф. 2003кн-Искус_И**
Люгер, Дж. Ф. Искусственный интеллект : стратегии и методы решения сложных проблем / Дж. Ф. Люгер ; пер. с англ. – 4-е изд. – М. : Вильямс, 2003. – 864 с.
36. **Городецкий Б. Ю. 1990ст-Основ_Н_К_Л**
Городецкий, Б. Ю. Основные направления компьютерной лингвистики / Б. Ю. Городецкий // Лекции всесоюзной школы по основным проблемам искусственного интеллекта и интеллектуальным системам. Ч. 2. – Тверь : Ротапринт НПО «Центрпрограммсистем», 1990. – С. 4–11.

Список сайтов в сети Интернет

1. <http://www.dialog-21.ru/> – «Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии» – сайт, посвященный разработке интеллектуальных интерфейсов.
2. <http://aot.ru> – Автоматическая обработка текстов.
3. <http://www.krugosvet.ru/>; <http://slovari.yandex.ru/dict/krugosvet> – Энциклопедия «Кругосвет».
4. www.ruscorpora.ru – Национальный корпус русского языка – это информационно-справочная система, основанная на собрании русских текстов в электронной форме.
5. <http://www.yandex.ru> – популярная поисковая система, в рамках которой ведутся проекты по обработке естественного языка и реализации эффективных алгоритмов полнотекстового поиска (<http://company.yandex.ru/articles/romip2004.xml>).
6. <http://lingvo.yandex.ru/> – он-лайн-словари.
7. <http://slovari.yandex.ru/dict/brokminor> – Малый энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона.
8. http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=brokgauz_efron – Самая крупная дореволюционная русская универсальная энциклопедия, выпущенная акционерным издательским обществом «Ф. А. Брокгауз – И. А. Ефрон».
9. <http://slovari.yandex.ru/dict/ushakov>; ; <http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=ushakov> – Толковый словарь русского языка Ушакова.
10. <http://slovari.yandex.ru/dict/dal>; ; <http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=dal> – Толковый словарь живого великорусского языка Владимира Даля.
11. <http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=ozhegov> – Словарь С. И. Ожегова.
12. <http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=efremova> – Толковый словарь словообразовательных единиц русского языка Т. Ф. Ефремовой (1996 г.).
13. <http://www.vseslova.ru/index.php?dictionary=abramov> – Словарь синонимов Абрамова.
14. www.glossary.ru – Глоссарий.ру: словари по общественным наукам.
15. slovari.yandex.ru/dict/bse; www.rubricon.com/bse_1.asp – Большая советская энциклопедия.
16. slovari.yandex.ru/dict/litenc – Литературная энциклопедия в 11 томах, 1929–1939.
17. <http://www.usabilitylab.ru/> – юзабилити-лаборатория. USABILITYLAB предоставляет полный спектр юзабилити-услуг организациям, деятельность которых сопряжена с разработкой новых пользовательских интерфейсов и улучшением пользовательских качеств существующих продуктов.
18. <http://www.gui.ru/> – Юзабилити и дизайн интерфейсов: события, идеи, методы, обсуждения.
19. <http://www.usabilityprofessionals.ru/> – Распространение понятий и технологий юзабилити.
20. <http://proling.iitp.ru/> – Лаборатория компьютерной лингвистики ИППИ РАН.
21. <http://vetsky.narod.ru/CLL.html> – Лаборатория компьютерной лингвистики Хакасского государственного университета.
22. <http://ling.ulstu.ru/> – Гуманитарный факультет УлГТУ. Направление «Лингвистика и Новые Информационные Технологии», Специальность «Теоретическая и Прикладная лингвистика».
23. <http://lingvo.mipt.ru/> – персональный сайт лингвистического общества МФТИ.
24. <http://fixed.ru/> – Прикладная лингвистика: Слово. Текст. Язык.

25. <http://www.artint.ru/index.asp> – Российский Научно-исследовательский институт искусственного интеллекта (одно из направлений – автоматическая обработка информации на естественном языке).
26. <http://virtualcoglab.cs.msu.su/> – виртуальная лаборатория когнитивной науки.
27. <http://www.cogsci2008.ru/> – конференция по когнитивной науке.
28. <http://cogsci.kzn.ru/> – лаборатория когнитивных наук.
29. <http://www.ergonomika.kz/> – Эргономика.
30. <http://www.robot.bmstu.ru/> – сайт Научно-учебного центра «Робототехника» МГТУ им. Н. Э. Баумана
31. <http://www.rtc.ru/> – ЦНИИ Робототехники и Технической Кибернетики.
32. <http://www.roboclub.ru/> – практическая робототехника.
33. <http://www.prorobot.ru/> – сайт о роботах, робототехнических системах и искусственном интеллекте.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

Елисеева Ольга Евгеньевна

**ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВОЙ ИНТЕРФЕЙС
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Учебное пособие

Редактор *Е. Н. Батурчик*
Корректор *Л. А. Шичко*
Дизайн обложки *А. А. Макаров*

Подписано в печать 05.05.2009. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.
Гарнитура «Arial». Печать ризографическая. Усл.печ.л. 17,9.
Уч.-изд.л. 13,0. Тираж 150 экз. Заказ 197.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6