

**Б. М. Лобанов, О. Е. Елисеева**

# **Речевой интерфейс интеллектуальных систем**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов специальностей  
«Искусственный интеллект»,  
«Сети телекоммуникаций»,  
«Вычислительные машины, системы и сети»  
учреждений, обеспечивающих получение высшего образования*

Под научной редакцией профессора В. В. Голенкова

Минск БГУИР 2006

УДК 007.2 (075.8)  
ББК 32.813 я 73  
Л 68

Рецензенты:

кафедра математического обеспечения АСУ Белорусского государственного университета;

зав. кафедрой фонетики английского языка Учреждения образования «Минский  
государственный лингвистический университет», профессор,  
кандидат филологических наук Е.Б. Карневская

**Лобанов, Б. М.**

Л 68 Речевой интерфейс интеллектуальных систем : учеб. пособие / Б. М. Лобанов,  
О. Е. Елисеева ; под науч. ред. В. В. Голенкова . – Минск : БГУИР, 2006. – 152 с.

ISBN 985-488-091-5

Настоящее учебное пособие посвящено рассмотрению актуальной задачи разработки речевого интерфейса интеллектуальной системы. Содержание пособия соответствует типовой программе учебного курса «Речевой интерфейс» по специальности «Искусственный интеллект». Изложены основные подходы к разработке систем автоматического синтеза и анализа речи.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности «Искусственный интеллект», а также родственным специальностям: «Сети телекоммуникаций», «Вычислительные машины, системы и сети» и т.п. Может быть полезно специалистам в области разработки интеллектуальных интерфейсов и прикладных компьютерных систем различного назначения.

УДК 007.2 (075.8)  
ББК 32.813 я 73

ISBN 985-488-091-5

© Лобанов Б. М., Елисеева О. Е., 2006

© УО «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники», 2006

## Содержание

Предисловие .....	5
Цели и задачи дисциплины «Речевой интерфейс», ее место в учебном процессе .....	6
Введение .....	8
1. Основные задачи и ключевые понятия речевого интерфейса .....	12
1.1. Исторический обзор проблемы распознавания и синтеза речи .....	14
1.2. Речевой интерфейс: компьютерные системы распознавания и синтеза речи .....	16
1.2.1. Системы автоматического синтеза речи .....	16
1.2.2. Системы автоматического распознавания речи .....	18
1.3. Практические приложения речевого интерфейса .....	20
1.4. Вопросы и задания на закрепление .....	23
2. Лингвистические основы речевого интерфейса .....	24
2.1. Характеристики речевого сигнала .....	24
2.2. Использование лингвистики в реализации речевых систем .....	25
2.3. Речевой сигнал и фонетика речи .....	27
2.4. Просодия речи .....	31
2.5. Вопросы и задания на закрепление .....	38
3. Структура речевого сигнала. Анализ и синтез .....	42
3.1. Основы теории речеобразования .....	42
3.1.1. Спектрально-временные характеристики речевого сигнала .....	42
3.1.2. Информационная и модуляционная структура речевого сигнала .....	45
3.2. Методы синтеза речевого сигнала .....	52
3.2.1. Обобщенные математические модели описания речевых сигналов .....	52
3.2.2. Классификация методов синтеза речевого сигнала .....	56
3.2.3. Геометрическая модель речевого тракта .....	57
3.2.4. Формантная модель .....	59
3.2.5. Компиляционные методы синтеза речевого сигнала .....	63
3.3. Методы анализа речевого сигнала .....	67
3.4. Особенности восприятия речи .....	72
3.4.1. Свойства слухового восприятия речи человеком .....	73
3.4.2. Свойства рецептивного восприятия речевых сигналов .....	73
3.4.3. Природа слуховых (фонетических) признаков речевого сигнала .....	74
3.4.4. Свойства восприятия минимальных смысловозначительных элементов речи .....	75
3.5. Вопросы и задания на закрепление .....	77

4. Синтез речи по тексту.....	78
4.1. Структура синтезатора речи по тексту.....	78
4.2. Лингвистический процессор.....	80
4.2.1. Предварительная обработка текста.....	81
4.2.2. Пофразовая обработка текста.....	82
4.2.3. Пословная обработка текста .....	84
4.2.4. Пример работы лингвистического процессора.....	87
4.3. Просодический процессор .....	89
4.4. Фонетический процессор .....	94
4.4.1. Артикуляторный фонетический процессор.....	94
4.4.2. Артикуляторно-формантный фонетический процессор.....	99
4.4.3. Формантный фонетический процессор .....	99
4.4.4. Аллофонный фонетический процессор .....	101
4.5. Акустический процессор .....	102
4.5.1. Аппроксимация геометрии речевого тракта .....	103
4.5.2. Формантная модель акустического процессора.....	104
4.5.3. Акустический процессор, основанный на компиляционных методах синтеза речевого сигнала .....	109
4.6. Вопросы и задания на закрепление .....	111
5. Распознавание речи.....	113
5.1. Классификация систем автоматического распознавания речи .....	113
5.2. Методы автоматического распознавания речи .....	115
5.2.1. Распознавание речи как одно из направлений задачи распознавания образов .....	115
5.2.2. Классификация методов распознавания речи .....	120
5.3. Метод динамического программирования.....	122
5.4. Метод скрытых марковских моделей .....	129
5.5. Структурно – экспертные методы распознавания речи .....	133
5.5.1. Фонема как мельчайшая единица принятия решений .....	133
5.5.2. Экспертный подход к фонемному распознаванию речи .....	134
5.5.3. Постановка задачи фонемного распознавания речи .....	136
5.6. Проблемы обучения в распознавании речи и методы создания эталонов слов .....	137
5.6.1. Метод создания многокластерных эталонов речи .....	138
5.6.2. Дообучение системы распознавания речи .....	141
5.7. Вопросы и задания на закрепление .....	141
Литература .....	143
Приложение 1. Список сайтов речевой тематики в сети Интернет.....	145
Приложение 2. Список дополнительной литературы для самостоятельного изучения .....	147

## Предисловие

Данное учебное пособие является результатом многолетнего опыта преподавания дисциплины «Речевой интерфейс» для студентов специальности «Искусственный интеллект» Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» при участии лаборатории распознавания и синтеза речи Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси.

Необходимость появления указанного пособия продиктована в первую очередь тем, что в настоящее время практически не существует пособий, ориентированных на начинающих разработчиков и содержащих изложение вопросов разработки речевого интерфейса прикладной компьютерной системы в достаточно полном объеме, начиная с элементарных основ. Существуют лишь публикации, как печатные, так и электронные, посвященные отдельным вопросам по данной проблематике и носящие скорее научный, а не учебный, характер.

Пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности «Искусственный интеллект», родственным специальностям «Сети телекоммуникаций», «Вычислительные машины, системы и сети», а также специалистам в области вычислительной техники, желающим получить представление о речевом интерфейсе интеллектуальных систем и о процессе его программной разработки.

Авторы выражают благодарность рецензентам, а также всем сотрудникам лаборатории распознавания и синтеза речи Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси за помощь в постановке учебного курса и за предоставленные материалы. Особую благодарность хочется выразить Н.П. Дегтяреву, Г.В. Лоסיку, А.С. Рылову, Т.В. Левковской за неоценимый вклад в постановку и развитие учебного курса «Речевой интерфейс», а также рецензентам: профессору Учреждения образования «Минский лингвистический университет» Е.Б. Карневской, кафедре математического обеспечения АСУ Белорусского государственного университета, доктору технических наук, профессору И.В. Совпелю – за объективную критику и ценные замечания, позволившие существенно улучшить качество данного учебного пособия.

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

Текст пособия 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.

В начале подразделов и пунктов приводится список ключевых понятий, рассматриваемых в данном подразделе или пункте. В списке ключевых понятий и в той части текста, где это ключевое понятие определяется, оно выделяется жирным 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 **(Фант Г.1964кн-Акуст\_Т\_Р)** означает, что речь идет о книге, автор которой Г. Фант, издана книга в 1964 году и ее наименование «Акустическая теория речеобразования».

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 «Речевой интерфейс» имеет вид **“УчДисц20-РИ”**.

## **Цели и задачи дисциплины «Речевой интерфейс», ее место в учебном процессе**

Целью дисциплины «Речевой интерфейс» (*УчДисц20-РИ*) является изучение лингвистических основ речевого интерфейса, фонетики речи, информационной и модуляционной структуры речи, методов анализа речевого сигнала, методов синтеза речи по тексту, методов автоматического распознавания речи, знакомство с практическими компьютерными системами распознавания и синтеза речи. Проблема разработки речевого интерфейса в настоящее время является наиболее актуальной для прикладных систем различного назначения, так как речевое взаимодействие с пользователем компьютерной системы является наиболее предпочтительным. Задачи, решаемые при проектировании и реализации речевого интерфейса являются частью одного направления в области искусственного интеллекта, именуемого «интеллектуальный интерфейс».

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*);
- Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс (*УчДисц19-ЕЯ*);
- Нейросетевые модели и нейрокомпьютеры (*УчДисц14-Нейро*).

Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Речевой интерфейс», являются базовыми для цикла следующих специальных дисциплин:

- Технология и инструментальные средства проектирования интеллектуальных систем (*УчДисц23-ТехнолИС*);
- 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 I-40 03 01 «Искусственный интеллект» программа учебного курса «Речевой интерфейс» рассчитана на объем 50 учебных часов. Примерное распределение учебных часов по видам занятий:

- лекций – 30 часов;
- лабораторных работ – 20 часов.

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

В результате освоения курса «Речевой интерфейс» студент должен (*Сборн\_Т\_П\_ИИ-2004сб*):

**знать:**

- преимущества и основные характеристики речевого интерфейса;
- лингвистические основы речевого интерфейса;
- структуру речевого сигнала;
- методы анализа и синтеза речевого сигнала;
- общую структуру и принципы реализации синтезатора речи по тексту;
- основные задачи и общую структуру систем автоматического распознавания речи;
- принципы построения современных компьютерных систем распознавания речи;
- структуру и назначение речевого интерфейса интеллектуальных систем;

**уметь характеризовать:**

- промышленные и экспериментальные системы распознавания и синтеза речи;
- методы анализа и синтеза речевых сигналов;
- принципы работы синтезатора речи по тексту;

**уметь анализировать:**

- современный уровень и перспективы развития речевого интерфейса электронных вычислительных систем;

**приобрести навыки:**

- определения фонетических закономерностей речевых сигналов;
- определения спектрально-временных характеристик речевых сигналов;
- применения методов автоматического синтеза и распознавания речи;
- практического использования систем распознавания и синтеза речи.

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

## Введение

### Ключевые понятия:

**пользователь, речь, средства речевого взаимодействия с пользователем, интерфейс, графический интерфейс, дружественный интерфейс, речевой интерфейс, речевой интерфейс интеллектуальных систем, интеллектуальная система, диалог, язык общения, язык представления знаний, речевое сообщение, текстовое сообщение, рассуждения, интеллектуальный интерфейс.**

Современный мир немислим без использования компьютерной техники практически в любой сфере деятельности человека. Компьютеры используются везде, и каждый современный человек просто обязан знать, что такое компьютер и как с ним работать. Кроме того, большое развитие в настоящее время получают 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 **речь**. Поэтому и в указанных системах все чаще начинают появляться **средства речевого взаимодействия с пользователем**.

В области информационных технологий средства взаимодействия пользователя с технической системой принято называть **интерфейсом**. Интерфейсы бывают разные и реализуются разными средствами и методами. Например, всем пользователям компьютеров известен графический интерфейс, который основан на использовании компьютерной графики для того, чтобы отображать пользователю необходимую ему информацию в наглядном виде. 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 других пособий (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.

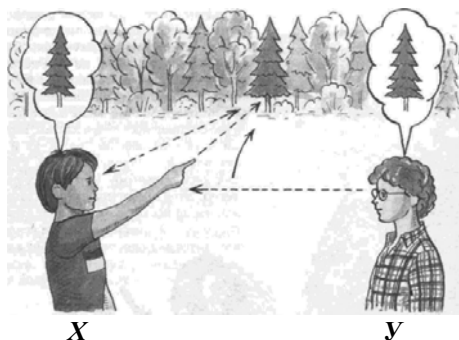
В данной работе будет уделено внимание вопросам разработки **речевых интерфейсов**, а также направлений использования речевого интерфейса в различных компьютерных и технических системах. Системы, которые обеспечивают речевое взаимодействие с пользователем, часто называют интеллектуальными. Поэтому далее будем пытаться это учитывать и говорить о **речевом интерфейсе интеллектуальных систем**. Вообще, 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 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 называют **интеллектуальным интерфейсом**. Так же, как 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 чем-то расширяет возможности общения человека и технической системы. Часть шагов уже пройдена, часть осваивается в настоящее время, а часть еще предстоит сделать в будущем. Обсудим в данном учебном пособии некоторые из этих шагов.

Основываясь на приведенном выше понимании терминов «интеллектуальная система» и «интеллектуальный интерфейс», для более глубокого понимания проблемы разработки речевого интерфейса интеллектуальной системы рассмотрим пример общения двух собеседников, опубликованный в работе [1] (*Поспелов Д.А. ред. 1994 слов-Инфор*). При рассмотрении данного примера акцентируем внимание на тех человеческих способностях, которые мы применяем в диалоге друг с другом.



Посмотрите на рисунок. Беседуют два персонажа — *X* и *Y*. Попробуем восстановить диалог, который мог бы произойти между ними:

*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 поинтересуется у *X*: «А что такое елка?». В нашем 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. 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 *Y* о елке может оказаться иным, чем у *X*, но в нашем примере этот случай не рассматривается.

Добавим, что разговор *X* и *Y* 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.

Попробуйте самостоятельно продолжить этот список.

Нетрудно заметить, что указанные знания, умения и способности исследуются в рамках различных предметных областей, к которым, в частности, относятся:

- лингвистика;
- анатомия;
- математика.
- кибернетика;
- программирование;
- физика;
- акустика;
- радиотехника;
- психология;
- социология и др.

Если вести речь о реализации диалога человека и технической системы, то в этом простом примере, как в капле воды, отражаются все основные проблемы, связанные с процессом такого общения. Вот эти проблемы [1] (*Поспелов Д.А.ред.1994слов-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 3.2. Математические основы искусственного интеллекта (*УчДисц2-МОИИ*) и 2.12. 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 2.12. Модели представления знаний, базы данных и системы управления базами данных (*УчДисц8-МПЗ*) и 3.5. 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 нашем примере эта система порождает вопрос: «Где?») (см. учебные дисциплины 3.8. Теоретические основы восприятия информации, обучения и распознавания в интеллектуальных системах (*УчДисц17-Воспр*) и 3.14. 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 знания на основании имеющихся (см. учебные дисциплины 3.5. Логические основы интеллектуальных систем (*УчДисц11-ЛОИС*) и 3.6. Неклассические, прикладные логики и правдоподобные рассуждения (*УчДисц13-НеклЛог*)).
6. Наконец, требуются специальные средства для организации самого диалога между человеком и машиной, обеспечивающие его течение и достижение целей, ради которых общение реализуется (3.9. Графический интерфейс интеллектуальных систем и когнитивная графика (см. учебные дисциплины *УчДисц18-ГрафИнтерф*), 3.10. Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс (*УчДисц19-ЕЯ*) и 3.11. Речевой интерфейс (*УчДисц20-Речь*)).

Помимо этих, 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 речевого взаимодействия человека с интеллектуальной системой. К указанным вопросам относятся:

- 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.

При этом «за кадром» остаются следующие вопросы, которые более подробно рассматриваются в рамках учебной дисциплины Компьютерная лингвистика и естественно-языковой интерфейс (*УчДисц19-ЕЯ*), но при этом знание их является необходимым для разработки качественного речевого интерфейса:

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

Рекомендуется также обратить внимание на следующие проблемы, которые в данном учебном пособии не освещаются:

- программная реализация средств обработки звука на компьютере – читателю предлагается осваивать самостоятельно, ориентируясь на ту информацию и библиографические ссылки, которые приводятся в данном пособии;
- аппаратная реализация речевого интерфейса – данный вопрос является предметом рассмотрения других учебных дисциплин специальностей радиотехнического профиля.