

**Федеральное государственное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской  
академии наук»  
(ФИЦ ИУ РАН)**

**Утверждена**  
Ученым советом ФИЦ ИУ РАН,  
протокол № 1 от «27» ноября 2015  
г.  
Председатель Ученого совета,  
директор ФИЦ ИУ РАН  
\_\_\_\_\_ И.А. Соколов  
«27» ноября 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы речевых технологий»**

**Направление подготовки**  
09.06.01 Информатика и вычислительная техника

**Профиль (направленность программы)**  
05.13.11 Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,  
комплексов и компьютерных сетей

**Квалификация выпускника**  
Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Форма обучения**  
очная

Москва, 2015

Направление подготовки: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль (направленность программы): 05.13.01 Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей  
Дисциплина: «Основы речевых технологий»

Форма обучения: очная

Рабочая программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 875, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33685.

#### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РЕКОМЕНДОВАНА

отделом Систем математического обеспечения ФИЦ ИУ РАН

Руководитель отдела \_\_\_\_\_ / Серебряков В.А. /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015г.

ИСПОЛНИТЕЛИ (разработчики программы):

Серебряков В.А., ФИЦ ИУ РАН, зав. отделом Систем математического обеспечения ФИЦ ИУ РАН, д.ф.-м.н., профессор.

Рабочая программа зарегистрирована в аспирантуре под учетным номером \_\_\_\_\_ на правах учебно-методического издания.

Начальник отдела докторантуры и аспирантуры \_\_\_\_\_ / Клименко С..И. /  
\_\_\_\_\_

## Оглавление

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
3.1. Структура дисциплины .....	6
3.2. Содержание разделов дисциплины .....	6
3.3. Семинарские занятия .....	10
3.4. Практические занятия .....	10
3.5. Самостоятельная работа.....	10
4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ.	
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	11
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина «Основы речевых технологий» реализуется в рамках Блока 1 Основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН) по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль (направленность программы) 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» аспирантам очной формы обучения.

Рабочая программа разработана с учетом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 875, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33685.

Основным источником материалов для формирования содержания программы являются: материалы конференций, симпозиумов, семинаров, Интернет-ресурсы, научные издания и монографические исследования и публикации.

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет - 3 зач.ед. (108 часов), из них лекций - 68 час., семинарских занятий – 0 час., практических занятий – 0 час. и часов самостоятельной работы – 40 час. Дисциплина реализуется на 3 курсе, 6 семестре, продолжительность обучения – 1 семестр.

Текущая аттестация проводится не менее 2 раз в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренными настоящей программой.

Промежуточная оценка знания осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в форме: зачета.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

Цель курса - освоение аспирантами фундаментальных знаний в области обработки и анализа речевой информации, изучение основных проблем компьютерной обработки речи и современных подходов к их решению.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области компьютерной обработки речевой и аудио информации как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение аспирантов принципам решения задач обработки (цифровой обработки, анализа, распознавания) естественной речи на основе методов машинного обучения и распознавания образов;
- подготовка аспирантов к выполнению самостоятельных исследований в области речевой технологии.

### **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Основы речевых технологий» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль (направленность программы) 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» аспирантам очной формы обучения:

- а) универсальных (УК)

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способность представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав (ОПК-6);
- владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (ОПК-7);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-8).

**в) профессиональных (ПК):**

- готовность использовать знание основных методов системного программирования в последующей профессиональной деятельности в качестве научных сотрудников, преподавателей вузов, инженеров, технологов (ПК-1);
- готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области моделирования и анализа сложных естественных и искусственных систем (ПК-3);
- способность к созданию математических и информационных моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере (ПК-4);
- способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских работ и проводить научные исследования, готовность к участию в инновационной деятельности (ПК-5).

В результате освоения дисциплины «Основы речевых технологий» обучающийся должен:

**Знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы математики, физики и экономики;
- теоретические модели рассуждений, поведения, обучения в когнитивных науках;
- новейшие открытия в области когнитивных наук;
- постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем;
- взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

**Уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной электронно-вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных природных и общественных явлений;

- планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента.

#### **Владеть:**

- научной картиной мира;
- методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике;
- методами математического моделирования поведения, рассуждений и обучения.

### **3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Структура дисциплины**

##### **Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебных работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость					
	общая		Из них			
	Зач. Ед.	Час.	Лекц.	Прак.	Сем.	Сам.р.
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ</b> по Учебному плану	3	108	68			40
<i>Аудиторные занятия</i>						
Лекции (Л)	1,9	68	68			
Практические занятия (ПЗ)						
Семинары (С)						
<i>Самостоятельная работа (СР) без учёта промежуточного контроля:</i>						
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к семинарским и практическим занятиям) и самостоятельное изучение тем дисциплины	1,1	40				40
<i>Вид контроля:</i> зачет (является составной частью кандидатского экзамена)						

#### **3.2. Содержание разделов дисциплины**

##### **Общее содержание дисциплины**

	Разделы и темы	Содержание	Объем (зачетные единицы - часы)		Общее количество часов
			Аудиторная работа	Самостоятельная работа	

1	Предмет речевых технологий	Основные задачи речевой технологии: распознавание речи; распознавание диктора; компрессия речи; фильтрация речи; синтез речи; распознавание языка; понимание речи; обучение произношению; диагностика патологий. Вариативность (интер- и интра) дикторная. Речевой сигнал. Основные этапы генерации и восприятия речи. Визуализация речевого сигнала.	4	2	6
2	Элементарные сведения о речеобразовании восприятии речи человеком.	Восприятие речи. Схема слухового тракта. Естественная частотная шкала слуха Частота колебаний и высота тона. Частотные группы слуха. Эффект маскировки. Восприятие громкости звуков. Качество речи. Разборчивость и комфортность. Схема речеобразующего тракта. Частота основного тона. Формантные частоты.	4	2	6
3	Элементы фонетики.	Фонемы. Классы фонем: гласные, согласные, твердые, мягкие, взрывные, звонкие, глухие. Фонетические алфавиты. Система Аванесова и машинные алфавиты. Алфавит IPA. Алфавит SAMPA. Произносительная транскрипция. Запись произношения в виде фонематической транскрипции.	5	3	8
4	Обработка сигналов в частотной области. Кратковременный анализ. БПФ. Параметрическое и признаковое описание речевых образов в частотной области.	Временные и частотные параметры. Проблема анализа протяженных сигналов и идея кратковременного анализа. Преобразование Фурье. ДФП. Алгоритм БПФ. Свойства ПФ. Амплитудный спектр. Кратковременное преобразование Фурье. Использование оконных функций. Кратковременный спектр. Цифровая фильтрация: Гребенка ЦФ. Представление ДПФ как гребенки ЦФ. Кепстр. Мел-спектральные и мел-кепстральные коэффициенты.	5	3	8

5	Параметрическое описание речевых сигналов во временной области. Модель линейного предсказания речи	Модель авторегрессии. Постановка задачи предсказания для временных последовательностей. Оценка параметров АР-модели в общем виде. Модель линейного предсказания речи. Физический смысл модели ЛПР. Коэффициенты линейного предсказания (КЛП). Авторегрессионный и автокорреляционный методы вычисления КЛП. Алгоритм Дарбина.	5	3	8
6	Кодирование речевых сигналов. Векторное квантование. Примеры современных речевых кодеков	Постановка задачи сжатия речевого сигнала. Измерение скорости передачи. А и U законы кодирования. Кодек G 711. Векторное квантование параметров речевых сигналов. Алгоритм k-средних. Кодек G723. Кодек MPEG	5	2	7
7	Меры сходства речевых сигналов. Переход от кратковременных параметров к протяженным во времени образам. Меры схожести для образов различной длительности.	Локальные меры сходства речевых сигналов. Метрика $L_2$ . Кепстральные расстояния. Связь со спектральными. Мера Итакуры-Саито (это не расстояние!). Методы нелинейного сравнения (деформации) протяженных образов на основе динамического программирования. Алгоритм Т.К.Винцюка.	5	3	8
8	Структура систем распознавания речи. Статистический подход к распознаванию речи. Критерии эффективности работы системы распознавания речи.	Статистическая формулировка проблемы распознавания речи (уравнение для распознавания слитной последовательности слов). Основные компоненты системы распознавания. Количественная оценка эффективности работы системы распознавания речи. Ошибки первого и второго рода. Примеры значений оценок эффективности для современных систем распознавания речи: WER, DER, LER, CER. Оценка эффективности работы систем распознавания ключевых слов – FAHR Оценка эффективности работы систем речевого диалога.	5	2	7



9	Статистические методы моделирования последовательностей образов. Скрытые марковские модели. Модель смеси нормальных (гауссовых) распределений (СГР). Оценка параметров СММ и СГР по обучающей выборке.	Скрытые марковские модели (СММ или НММ). Представление речевого сигнала в виде цепи Маркова. Три основные проблемы, связанные с практическим применением СММ. Алгоритм прямого и обратного хода. Алгоритм Витерби (Viterbi). Непрерывные и дискретные СММ. Оценка параметров дискретной СММ. Основные недостатки СММ. Модель смеси нормальных гауссовых распределений (СГР - GMM). Оценивание параметров СММ-СГР с помощью ЕМ-алгоритма. Алгоритм Баума-Уэлча (Baum-Welch).	5	3	8
10	Акустико-фонетическое моделирование в системах распознавания речи.	Выбор множества акустико-фонетических моделей. Монофоны, бифоны и трифоны. Дискретные, непрерывные и полунепрерывные СММ. Автоматический выбор алфавита моделей. Использование деревьев бинарных решений для вычисления оптимального множества марковских моделей. Моделирование вариативности произношения.	5	3	8
11	Статистические модели языка	Что такое модель языка. Грамматика как модели языка. Стандарт SRGS. Вероятностная модель языка. Способы оценки качества модели языка. Перплексия. N-граммные модели языка. Дисконтные методы оценки параметров N-граммных моделей языка.	5	3	8
12	Алгоритмы поиска - декодирования для слитной речи. Алгоритм перемещения маркера (фишки).	Представление произносительного лексикона в виде графа. Интерпретация распознавания речи как поиска на графе. Алгоритм A*. Алгоритм перемещения фишки. Интеграция модели языка в процедуру поиска на лексической сети. Сохранение вычислительной эффективности алгоритма. Генерация списка N лучших гипотез. Проблема кроссвордов	5	3	8

13	Методы настройки системы распознавания на голос диктора	Адаптация признаков речевого сигнала в частотной области по алгоритму VTLN. Настройка на голос путем адаптации параметров GMM: алгоритм MLLR	5	2	7
14	Синтез речи	Синтез речи. Компилятивный, формантный и артикуляторный синтез. Методы OLA и PSOLA. Метод Unit Selection. Оценки качества речевого сигнала: субъективные и объективные.	5	3	8
ВСЕГО			68	40	108

### Лекционный курс

№ темы и название	Количество часов
1. Предмет речевых технологий	4
2. Элементарные сведения о речеобразовании и восприятии речи человеком.	4
3. Элементы фонетики.	5
4. Обработка сигналов в частотной области. Кратковременный анализ. БПФ. Параметрическое и признаковое описание речевых образов в частотной области.	5
5. Параметрическое описание речевых сигналов во временной области. Модель линейного предсказания речи	5
6. Кодирование речевых сигналов. Векторное квантование. Примеры современных речевых кодеков	5
7. Меры сходства речевых сигналов. Оценка меры схожести для образов различной длительности. Распознавание изолированных слов.	5
8. Архитектура систем распознавания речи. Статистический подход к распознаванию речи. Критерии эффективности работы системы распознавания речи.	5
9. Статистические методы моделирования последовательностей образов. Скрытая марковская модель (СММ). Модель смеси нормальных распределений (СГР). Оценка параметров СММ и СГР.	5
10. Акустико-фонетическое моделирование в системах распознавания речи.	5
11. Статистические модели языка для систем распознавания речи.	5
12. Алгоритмическая реализация процедур распознавания слитной речи.	5
13. Методы подстройки параметров системы распознавания речи на голос говорящего	5
14. Методы автоматического синтеза речи по тексту	5
ВСЕГО( зач. ед.(часов))	68

### 3.3. Семинарские занятия

Не предусмотрены

### 3.4. Практические занятия

Не предусмотрены

### 3.5. Самостоятельная работа аспирантов

Внеаудиторная самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды деятельности:

- конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;
- написание рефератов;
- выполнение переводов научных текстов с иностранных языков;
- индивидуальные домашние задания расчетного, исследовательского и т.п. характера

#### **Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов**

	Темы	Трудоёмкость в зач. ед.(количество часов)
1	Проработка и повторение лекционного материала и материала рекомендованной литературы – выполняется самостоятельно каждым аспирантом по итогам каждой из лекций, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, используются конспект лекций, учебники, рекомендуемые данной программой	20
2	Самостоятельное изучение отдельных подразделов программы – выполняется каждым аспирантом по заданию преподавателя, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, используются материалы, рекомендуемые данной программой	20
	<b>ВСЕГО ( зач. ед.(часов))</b>	<b>40 часа</b>

#### **4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Текущая аттестация аспирантов.** Текущая аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом ФИЦ ИУ РАН - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФИЦ ИУ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса-ответа в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина – активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров, практических занятий и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется с использованием нормативных оценок по 4-х бальной системе (5-отлично, 4-хорошо, 3-удовлетворительно, 2-неудовлетворительно).

**Промежуточная аттестация аспирантов.** Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальным актом ФИЦ ИУ РАН - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФИЦ ИУ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса по приказу (распоряжению заместителя директора по научной работе). Аспирант допускается к зачету в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

**Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета.**

Оценка зачета (нормативная)	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>Зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует содержание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями, имеет представление об особенностях теории вычислительных систем, обладает навыком по концептуальному проектированию вычислительных систем, изучил основные методы проектирования программных комплексов. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения
<i>Не зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области теории вычислительных систем. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и или не в состоянии наметить пути их решения.

#### **Перечень контрольных вопросов:**

- 1 Назовите и опишите основные типы задач, которые решает речевая технология
- 2 Особенности слухового восприятия. Эффект маскировки, критические полосы слуха. Как особенности восприятия используются в речевой техноогии, в частности в алгоритмах компрессии и подавления помех в речи.
- 3 Фонемы, фоны. Как соотносятся буква и фонемы. Что такое аллофон. Пример алфавита фонем для русского языка. Произносительная транскрипция слова. Каноническая транскрипция. Произношение, вариативность произношения в разговорной речи, способы моделирования вариативности произношения.
- 4 Статистическая формулировка проблемы распознавания речи. Что понимается под моделью языка, акустико-фонетической моделью, моделью произношения.
- 5 Дискретное преобразование Фурье последовательностей. Определение и основные свойства. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).
- 6 Кратковременный анализ речевых сигналов. Кратковременный спектр. Оконные функции. Амплитудный спектр. Мел-спектр.
- 7 Что такое кепстр сигналов и Мел-кепстр. Алгоритм вычисления мел-кепстральных коэффициентов речевого сигнала.
- 8 Модель линейного предсказания речи (ЛПР). Коэффициенты линейного предсказания. Автокорреляционный метод оценки коэффициентов ЛПР. Алгоритм Дарбина.
- 9 Локальные меры схожести для речевых сигналов: Метрика  $L_2$ . Спектральное расстояние. Кепстральное расстояние, усеченное кепстральное расстояние.

- Информационные меры, мера Итакуры-Саито.
- 10 Скрытая Марковская модель речевых сигналов. Основные параметры СММ и их физический смысл. Три основные проблемы, связанные с использованием СММ.
  - 11 Вычисление полной вероятности для наблюдений с помощью процедуры прямого и обратного хода.
  - 12 Вычисление вероятности наилучшей последовательности состояний с помощью процедуры Витерби
  - 13 Основные виды СММ. Вычисление вероятностей наблюдений для дискретных и непрерывных СММ.
  - 14 Оценка параметров СММ. Процедура Баума – Уэлча (Baum-Welch).
  - 15 Количественная оценка эффективности работы системы распознавания речи: точность распознавания в терминах пословная и др. ошибок распознавания (WER, DER, LER), операционные характеристики приемника (ROC). Показатели эффективности работы систем обнаружения ключевых слов (FOM, FAHR).
  - 16 Методы акустико-фонетического моделирования в системах распознавания речи. Контексто-зависимые модели звуков: монофоны, бифоны, трифоны. Использование деревьев бинарных решений для нахождения оптимального множества марковских моделей.
  - 17 Представление языка в диалоговых системах распознавания речи. Стандарт SRGS.
  - 18 Статистическая модель языка. Энтропия и перплексия языка. Вероятностные n-граммные модели, основные методы оценки параметров моделей языка. Дисконтные модели. Модель классов слов. Триггерные модели.
  - 19 Синтез речи. Компилятивный, формантный и артикуляторный синтез. Алгоритмы OLA и PSOLA. Метод Unit Selection.
  - 20 Методы быстрой настройки параметров моделей на голос говорящего. Алгоритмы VTLN и MMLR.
  - 21 Представление произносительного лексикона в виде префиксного графа. Алгоритм A\*. Алгоритм перемещения фишки. Рекомбинация путей в вершинах графа. Интеграция модели языка в процедуру поиска на лексической сети. Пререживание путей и другие способы поддержания вычислительной эффективности процедур распознавания речи.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

- Ронжин А.Л., Карпов А.А., Ли И.В. Речевой и многомодальный интерфейсы, Наука, 2006 г.
- Потапова Р.К. Речевое управление роботом: лингвистика и современные автоматизированные системы / Р.К. Потапова. - М.:КомКнига, 2005. - 328 с.
- Винцюк Т.К. Анализ, распознавание и смысловая интерпретация речевых сигналов, Научная думка, 1987
- Рабинер Л, Шафер Р. Цифровая обработка речевых сигналов, М., Радио и связь, 1981
- Маркел Дж., Грей. Линейное предсказание речи, М., Радио и связь, 1980
- Методы автоматического распознавания речи под ред. У.Ли, М.Мир 1983 г.
- Corpus-Based Methods in Language and speech processing, Kluwer Academic Publishers, 1997 [библиотека ВЦ РАН]
- Х.Хуанг, Ацерио А. Spoken Language Processing: a Guide to Theory, Algorithm and System Development, 2001, Prentice Hall [ доступна в <http://www.ccas.ru/sites/speech>]

- Rabiner L., Juang B.-H. Fundamentals of Speech Recognition. Prentice Hall, 1993 , Prentice Hall PTR [доступна в <http://www.ccas.ru/sites/speech>]

#### **Информационные ресурсы: Журналы**

- Proceedings of IEEE Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing (1980-2012)
- Proceedings of InterSpeech Conference (1995-2012 гг.)
- Proceedings of SPECOM (Speech and Computer Int.Conference) (1998- 2012 гг.)
- Speech Communication, Elsevier
- Computer Speech and Language, Academic Press, Elsevier
- IEEE Transactions on Speech and Audio Processing,
- IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing ( IEEE Signal Processing Society)
- Речевые технологии, м., Нар.образование (2008-2012)

#### **Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных и т.д.**

- [htk.eng.cam.ac.uk/](http://htk.eng.cam.ac.uk/) - HTK Toolkit - сайт Кембриджский университета
- [http://www.spectrum.uni-bielefeld.de/~gibbon/gibbon\\_handbook\\_1997](http://www.spectrum.uni-bielefeld.de/~gibbon/gibbon_handbook_1997) - eaglebook
- <http://speech.cs.cmu.edu/> сайт университета Карнеги-Меллона, США

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Необходимое оборудование для лекций и практических занятий:** Компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система)

**Необходимое программное обеспечение:** ОС Microsoft Windows, Linux, MS Office, включая MS PowerPoint, любой браузер для доступа в Интернет

**Обеспечение самостоятельной работы** - базы данных по журналам Computational Linguistics, ACL Journal

Программу составил Серебряков В.А., д.ф.-м.н., профессор.