НИУ ВШЭ – Нижний Новгород Программа дисциплины Методы и алгоритмы распознавания речи для направления 010400.62 Прикладная математика и информатика подготовки бакалавра

**Правительство Российской Федерации**

**Нижегородский филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения выс-**

**шего профессионального образования "Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"**

Факультет Бизнес информатики и прикладной математики

**Программа дисциплины** «**Компьютерная лингвистика**»

для направления 010400.62 Прикладная математика и информатика подготовки бакалавра

Автор программы: Карпов Н.В., к.т.н.,  [nkarpov@hse.r](mailto:nkarpov@hse.ru)u

Одобрена на заседании кафедры

прикладной математики и информатики «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г

Зав. кафедрой Калягин В.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

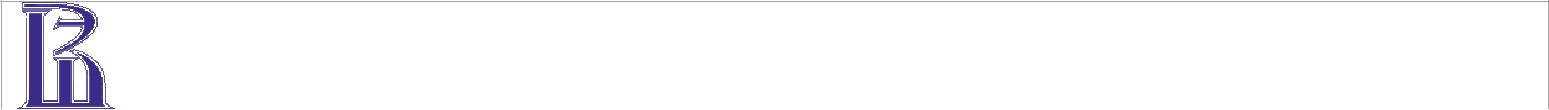
Рекомендована секцией УМС Секция «Прикладная математика» «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г

Председатель Калягин В.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Утверждена УМС НИУ ВШЭ – Нижний Новгород «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

Председатель Петрухин Н.С. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Нижний Новгород, 2014

НИУ ВШЭ – Нижний Новгород Программа дисциплины Методы и алгоритмы распознавания речи для направления 010400.62 Прикладная математика и информатика подготовки бакалавра

**Область применения и нормативные ссылки**

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки 010400.62 Прикладная математика и информатика, изучающих дисциплину «Методы и алгоритмы распознавания речи».

Программа разработана в соответствии с:



ОрОС НИУ ВШЭ по направлению «Прикладная математика и информатика», сте-пень — бакалавр прикладной математики и информатики.



Образовательной программой 010400.62 Прикладная математика и информатика.

Рабочими учебными планами университета по направлению подготовки 010400.62 Прикладная математика и информатика, , утвержденными в 2011 г.

**1. Цели освоения дисциплин**

Целями освоения дисциплины «Компьютерная лингвистика» являются знакомство магистрантов с современными математическими методами и компьютерными алгоритмами анализа и синтеза речи.

**2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины студент должен:



Знать основные понятия обработки сигналов и понимать теоретическую базу компьютерного анализа речи.



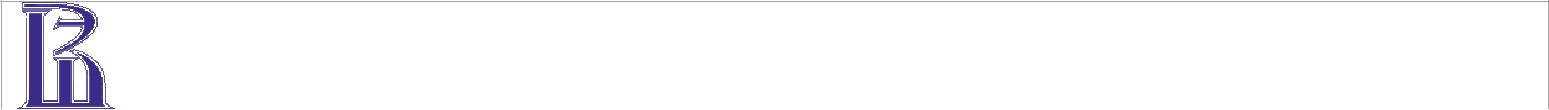
Уметь применять стандартные методы и модели к решению задач распознавания, синтеза и обработки речевых сигналов и получать обоснованные выводы.



Иметь навыки (приобрести опыт) работы с основными принципами и методами обработ-ки речевых данных, овладеть навыками применения речевых технологий и программ для анализа звука на ПЭВМ.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Компетенции | |  |  | Код по | Дескрипторы | | – | основные | | Формы и методы обу- | |
|  |  |  |  | НИУ | признаки освоения (показа- | | | | | чения, | способствую- |
|  |  |  |  |  | тели достижения результата) | | | | | щие формированию и | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | развитию компетенции | |
| Способен | создавать | новые | | СК-М2 | Применяет полученные зна- | | | | | Самостоятельная | |
| теории, | изобретать | новые | |  | ния для | совершенствования | | | | работа |  |
| способы и инструменты | |  |  |  | и развития своего интеллек- | | | | |  |  |
| профессиональной деятельно- | | | |  | туального и общекультурно- | | | | |  |  |
| сти. |  |  |  |  | го уровня с целью нравст- | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  | венного и физического со- | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  | вершенствования своей | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  | личности | |  |  |  |  |  |
| Способен | использовать | | в | ИК- | Применяет | | углубленные | | | Чтение лекций, прове- | |
| профессиональной деятельно- | | | | М7.1пми | знания в области | | |  |  | дение | практических |
| сти знания в области | |  |  |  | естественных наук, матема- | | | | | занятий, | самостоя- |
| естественных наук, математи- | | | |  | тики и | информатики | | | при | тельная работа. | |
| ки и информатики, понимание | | | |  | оценке | последствий | | | своей |  |  |
| основных фа к-тов, концеп- | | | |  | профессиональной | | | деятель- | |  |  |
| ций, принципов теорий, | | | свя- |  | ности. |  |  |  |  |  |  |

НИУ ВШЭ – Нижний Новгород Программа дисциплины Методы и алгоритмы распознавания речи для направления 010400.62 Прикладная математика и информатика подготовки бакалавра

v

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| занных с прикладной матем |  |  |  |  |  |  |  |
| атикой и информатикой. |  |  |  |  |  |  |  |
| Способен создавать междис- | ИК- | Применяет полученные зна- | | | | Проведение практиче- | |
| циплинарные тексты с ис- | М2.2пми | ния для анализа естествен- | | | | ских занятий, | |
| пользованием языка и |  | ного мира | и | формулирует | | самостоятельная рабо- | |
| аппарата прикладной матема- |  | результаты в виде отчета | | | | та |  |
| тики |  |  |  |  |  |  |  |
| Способен строить профессио- | СЛК-М7 | представляет | | связи | между | Чтение лекций, прове- | |
| нальную деятельность, бизнес |  | областями | прикладной ма- | | | дение | практических |
| и делать выбор, |  | тематики | и | информацион- | | занятий, | самостоя- |
| руководствуясь принципами |  | ных технологий по про- | | | | тельная работа | |
| социальной ответственности. |  | фильной | направленности | | |  |  |
|  |  | ООП магистратуры | | |  |  |  |
| Способен организовать мно- | СК-М7 | применяет полученные зна- | | | | Чтение лекций, прове- | |
| гостороннюю коммуникацию |  | ния в самостоятельных про- | | | | дение | практических |
| и управлять ею |  | ектах по тематике специали- | | | | занятий, | самостоя- |
|  |  | зации |  |  |  | тельная работа | |
| Способен использовать соци- | СЛК-М3 | представляет | | связи | между | Чтение лекций, прове- | |
| альные и мультикультурные |  | профессиональными | | | сете- | дение | практических |
| различия для реше-ния про- |  | выми сообществами по кон- | | | | занятий, | самостоя- |
| блем в профессиональной и |  | кретным направлениям | | | | тельная работа | |
| социальной деятельности. |  |  |  |  |  |  |  |

**3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина относится к циклу дисциплин программы и блоку дисциплин, М.2.В.00 – вариативная часть.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

 Современные методы анализа данных Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и

компетенциями:



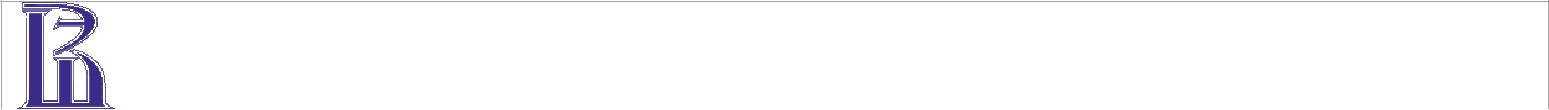
Знание основных принципов анализа сигналов.

Ориентация в современных технологиях распознавания речи

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем в научных исследованиях естественного языка и при самостоятельной применении технологий обработки речи.

**4. Тематический план учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Аудиторные часы | | | Само- |  |
| № | Название раздела | Всего | Лек- | Семи- | Практи- | стоя- |  |
| часов | нары | ческие | тельная |  |
|  |  | ции |  |
|  |  |  |  | занятия | работа |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1. | Акустика звука и речи | 10 | 2 |  | 2 | 6 |  |
| 2. | Фонетическая теория речи. | 12 | 2 |  | 2 | 8 |  |
| 3. | Задача акустического распознавания речи | 10 | 2 |  | 2 | 6 |  |
| 4. | Методы СММ и ДДВ | 10 | 2 |  | 2 | 6 |  |
| 5. | Гауссовы смеси | 10 | 2 |  | 2 | 6 |  |
| 6. | Компьютерные математические пакеты | 10 | 2 |  | 2 | 6 |  |

НИУ ВШЭ – Нижний Новгород Программа дисциплины Методы и алгоритмы распознавания речи для направления 010400.62 Прикладная математика и информатика подготовки бакалавра

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. |  | Задача подбора фонетического алфавита. | | | | | |  | 10 |  | 2 |  | 2 |  | 6 |
| 8. |  | Языковые модели, их применение в систе- | | | | | |  | 12 |  | 2 |  | 2 |  | 8 |
|  |  | мах распознавания | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9. |  | Текстовые и речевые базы данных | | | | | |  | 12 |  | 2 |  | 2 |  | 8 |
| 10. |  | Русский речевой распознаватель и пер- | | | | | |  | 12 |  | 2 |  | 2 |  | 8 |
|  |  | спективы его создания | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Итого |  |  |  |  |  |  | 108 |  | 20 |  | 20 |  | 68 |
| **5.** | **Формы контроля знаний студентов** | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | |  |  |  |  |  |  | | |  |  |  |  |  |
| Тип контроля | | | Форма контро- |  | 1 год | | | Параметры | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | ля |  |  | 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Текущий | | | Домашняя ра- |  |  | \* |  | Выполнение четырех домашних лабо- | | | | | | |  |
| (неделя) | | | бота |  |  |  |  | раторных работ | | | | |  |  |  |
|  |  |  | Эссе |  |  | 6 |  | Выполнение письменного эссе дома на | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | 6 неделе 3-4 тыс.слов | | | | |  |  |  |
| Итоговый | | | Зачет |  |  | \* |  | Устный зачет, 120 мин. | | | | |  |  |  |

**Критерии оценки знаний, навыков**

При написании эссе студент должен продемонстрировать умение самостоятельно прово-дить поиск информации в открытых источниках и делать критический анализ работ по выбран-ному направлению.

На зачете студент должен продемонстрировать владение терминологией, умение пра-вильно ставить задачи и формулировать цели исследования, решать задачи, способность отве-чать на поставленные вопросы.

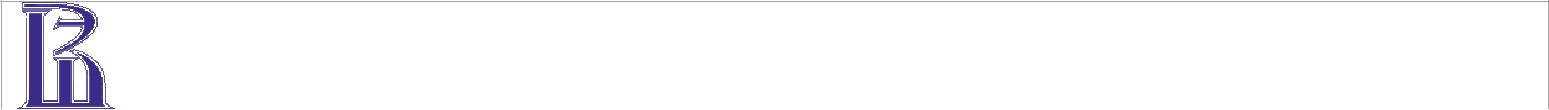
Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

**6. Содержание дисциплины**

1. Акустика звука и речи (распространение звука в воздухе, шумы, помехи, реверберация и т.п.). Математические модели образования и восприятия речи. Основной тон, форманты. Основы цифровой фильтрации. Спектр сигнала и преобразование Фурье. Параметризация речевого сигнала: типы параметров (БПФ, КЛП, КЕПСТР и т.п.), критерии и методы выбора оптимального набора параметров.
2. Фонетическая теория речи. Постановка задачи распознавания речи (дискретный и слитный случаи, дикторозависимость, обучение и др.). Структурная схема распознавателя слитной речи.
3. Задача акустического распознавания речи. Подходы: скрытых марковских моделей (СММ), динамической деформации времени (ДДВ).
4. Методы СММ и ДДВ. Подробное описание, постановки задач и методы их решения.
5. Монофоны, трифоны, трифонная транскрипция, внутрисловные и межсловные трифоны, гауссовы смеси. Задачи обучения параметров СММ для трифонов, синтеза СММ для слов и предложений естественного языка. Бинарные деревья решений как инструмент для связыва-ния состояний СММ.
6. Компьютерные математические пакеты: RPL(Recognition Primitives Library), SPL(Sound Pressure Level), IPPS(Integrated performance primitives), HTK и их применение для построе-

ния систем распознавания речи. Задачи оптимизации алгоритмов распознавания (по време-ни и памяти) на акустическом уровне и подходы к их практическому решению.

1. Задача подбора фонетического алфавита. Метрика на множестве вероятностных автоматов.

НИУ ВШЭ – Нижний Новгород Программа дисциплины Методы и алгоритмы распознавания речи для направления 010400.62 Прикладная математика и информатика подготовки бакалавра

1. Декодирование дерева гипотез: языковые модели, их применение в системах распознавания. Обучение моделей. Коэффициент неопределенности. Статистическая языковая модель рус-ского языка.
2. Текстовые и речевые базы данных, задачи их обработки и обучения речевых и языковых моделей на их основе. Фонетически богатые тексты, трифонное покрытие, разметка.
3. Русский речевой распознаватель и перспективы его создания. Другие практические задачи в области математической теории распознавания речи.

**7. Образовательные технологии**

При реализации учебной работы предполагается использовать разбор практических задач.

**8. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента**

**8.1. Тематика заданий текущего контроля**

Примеры заданий для домашних лабораторных работ

* 1. Проведение гармонического анализа различных типов фонем.
  2. Перевод в мел-частотную шкалу, вычисление КЛП и кепстральных коэффициентов
  3. Динамическое преобразование времени.
  4. Фонетическая кластеризация речи

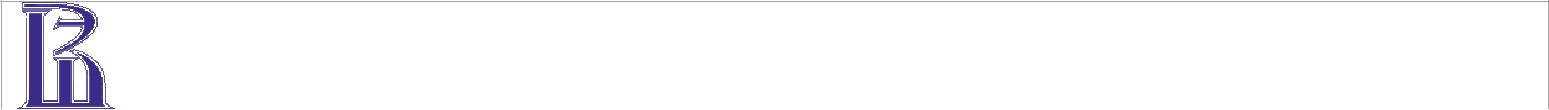
1. **Вопросы для оценки качества освоения дисциплины** 
   1. Объясните, что такое спектр речи, и в каком диапазоне располагается слышимая речь.
   2. Как различные частоты субъективно воспринимаются человеком?
   3. Как сигналы с различной интенсивностью субъективно воспринимается человеком.
   4. Что такое единица измерения децибел и для чего она применяется?
   5. Какие статистические критерии можно использовать для классификации речевых сигналов?
   6. Объясните физиологический процесс формирования речи.
   7. Объясните принципы работы модели синтеза речи.
   8. Какие типы фонем по способу воспроизведения существуют?
   9. Чем спектр вокализованных фонем отличается от невокализованных?
   10. Какие метрики для речевых сигналов используются?
   11. Поясните механизм динамического деформации времени.
   12. Сформулируйте постановку трех задач в СММ.
   13. Объясните модель гауссовых смесей и приведите пример их использования.
   14. Смоделируйте механизм редукции данных в фонетической базе данных.

**9. Порядок формирования оценок по дисциплине**

Контроль знаний студентов включает формы текущего и итогового контроля. Те-кущий контроль осуществляется в течение одного модуля. По курсу предусмотрены: текущий контроль знаний студентов, контроль индивидуальной и практической работы студентов. Каж-дая форма текущего контроля оценивается 10-балльной оценкой, которая выставляется в рабочую ведомость преподавателя. По результатам текущего контроля организуются инди-видуальные консультации либо в рамках второй половины рабочего дня преподавателя, либо по электронной почте. Предоставленные студентами результаты индивидуальных и лабо-раторных работ обсуждаются на семинарских занятиях и оцениваются лектором и препо-давателем, ведущим практические занятия.

Формы итогового контроля:

По окончании пяти недель курса предусмотрена письменная работа в форме эссе по те-мам 1-4, которая оценивается по 10-балльной шкале.

НИУ ВШЭ – Нижний Новгород Программа дисциплины Методы и алгоритмы распознавания речи для направления 010400.62 Прикладная математика и информатика подготовки бакалавра

Домашнее задание сдается в виде отчета по лабораторной работе по темам № 2, 4, 7, 9 и оценивается по 10-балльной шкале.

По окончании всего учебного модуля курса (окончание курса) предусмотрен пись-менный дифференцированный зачет по темам 6-10, который оценивается по 10-балльной шкале. Продолжительность зачета — 120 мин.

В течение одного учебного модуля курса проводится публичная защита и обсуждение результатов индивидуальных работ (эссе) и домашних лабораторных работ, которые оценива-ются по 10-балльной шкале. Защита включает в себя презентацию материала, ответы на во-просы аудитории и преподавателя.

Для получения накопленной оценки Онакопл. используются следующие весовые множите-

ли:

0,6 – для оценки Осам.раб за выполнение и презентацию индивидуальных и лабораторных работ студентов,

0,4 – для оценки Оэссе, за эссе по дисциплине.

Онакопл. = 0,4\*Оэссе + 0,6\*Осам.раб.

Результирующая оценка за итоговый контроль в форме зачета выставляется по следую-щей формуле, где Озачет - оценка за работу непосредственно на зачете:

Оитоговый = 0,3\*Озачет + 0,7\*Онакопл.

Способ округления накопленной оценки и оценки за зачет – арифметический.

Таблица соответствия оценок по десятибалльной системе и результата зачета.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| По десятибалльной шкале | | Результат |
| 1 | – неудовлетворительно |  |
| 2 | – очень плохо | «не зачтено» |
| 3 | – плохо |  |
| 4 | – удовлетворительно | «зачтено» |
| 5 | – весьма удовлетворительно |  |
| 6 | – хорошо | «зачтено» |
| 7– очень хорошо | |  |
| 8 | – почти отлично |  |
| 9 | – отлично | «зачтено» |
| 10 –блестяще | |  |
| **10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины** | | |
| **10.1.** | **Базовый учебник** |  |

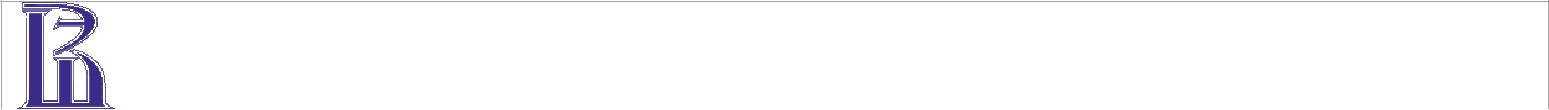
1. Большакова Е.И. и др. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и ком-пьютерная лингвистика : учеб. пособие — М.: МИЭМ, 2011. — 272 с.

**10.2.** **Основная литература**

2. Jurafsky, Daniel, and James H. Martin.  [Speech and Language Processing: An Introduction t](http://www.cs.colorado.edu/~martin/slp.html)o  [Natural Language Processing, Speech Recognition, and Computational Linguistics.](http://www.cs.colorado.edu/~martin/slp.html) 2nd edition. Prentice-Hall. 2009

**10.3.** **Дополнительная литература**

3. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники: В 2-х т. Пер. с англ. — М: Мир, 1984.

НИУ ВШЭ – Нижний Новгород Программа дисциплины Методы и алгоритмы распознавания речи для направления 010400.62 Прикладная математика и информатика подготовки бакалавра

1. Л.В. Бондарко. Звуковой строй современного русского языка. М.: Просвещение, 1997.
2. Фролов А., Фролов Г., Синтез и распознавание речи. Современные решения [Электрон-ный ресурс] / Александр Фролов, Григорий Фролов. – Электрон. журн. – 2003. –  [http://www.frolov-lib.r](http://www.frolov-lib.ru/)u
3. М.В. Панов. Русский язык. История русского литературного языка. Еженедельник «Рус-ский язык», №26, 2002
4. Л. Захаров. Проблемы создания аллофонной базы автоматического синтеза речи

(http://art.bdk.com.ru/govor/rasp.htm).

1. **Программные средства**

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие программные средства:



Matlab Microsoft Excel

**11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для выполнения и демонстрации лабораторных работ предполагается использовать ресурсы вычислительного кластера НИУ ВШЭ – Нижний Новгород.

Автор программы Н.В. Карпов