

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Директор физтех-школы**  
**прикладной математики**  
**и информатики**  
**А.М. Райгородский**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

<b>Дисциплина:</b>	Теория информационных систем
<b>Направление:</b>	Прикладные математика и физика
<b>Магистерская программа:</b>	Интеллектуальный анализ данных Физтех-школа прикладной математики и информатики Кафедра проблем передачи информации и анализа данных
<b>Курс:</b>	2
<b>Квалификация:</b>	Магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (Осенний) – Дифференцированный зачёт

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

практические (семинарские) занятия: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час. всего, в том числе:

задания, курсовые работы: 0 час.

Подготовка к экзамену: 0 час.

Всего часов: 45, всего зач.ед.: 1

**Программу составили:** **А.Б. Дерендяев, кандидат технических наук**  
**В.Н. Сорокин, доктор физико-математических наук, доцент**

**Аннотация**

В разделе «Теоретические основы речевых технологий» рассматриваются следующие темы. 1. Виды речевых технологий и области их применения: Сжатие речевого сигнала в каналах связи. Синтез речи по произвольному тексту. Автоматическое распознавание и понимание речи. Распознавание диктора. Распознавание эмоционального и физического состояния. Диагностика заболеваний. Коррекция нарушений слуха. Обучение иностранному языку. 2. Элементы теории речеобразования: Мышечный аппарат речевого тракта, уравнения упругих деформаций голосовых складок, языка и губ. Акустическая теория речеобразования. Волновое

уравнение акустической системы с податливыми стенками, граничные условия, резонансные частоты, потери. Аэродинамика голосовой щели. Голосовой, турбулентный и импульсный источники возбуждения акустических колебаний. 3. Восприятие речи: Строение слухового аппарата. Уравнение бегущих волн на базилярной мембране. Психофизические характеристики периферического отдела слухового аппарата. Аудио-визуальное восприятие речи. Эффект МакГурка. Активность слуховой и моторной коры при помехах. Детекторы амплитудных и частотных модуляций. Детекторы артикуляторных событий. Методы оценки разборчивости и натуральности речи. Виды изменчивости речевого сигнала. 4. Методы анализа речевого сигнала: Амплитудно-частотный спектр, фазо-частотный спектр, кепстральное преобразование, линейное предсказание. Скрытые марковские модели, нейронные сети. 5. Элементы кодовой структуры речевого сигнала: Закон Мандельброта и префиксный код. Спектры кодовых расстояний на разных уровнях речевого кода. Потенциальная вероятность распознавания. 6. Теория внутренней модели: Система управления артикуляцией, обучение и восприятие речи. Принципиальная некорректность речевых обратных задач. Свойства некорректных обратных задач. Регуляризация. Вариационный метод. Критерии и ограничения оптимизации. Кодовая книга управлений. Вычисление команд управления артикуляцией по речевому сигналу и ресинтез речи. Обратная задача для голосового источника. Сжатие речевого сигнала. Распознавание пола диктора по голосовому источнику. Верификация диктора по речевому сигналу.

### **Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

Семестр: 3 (Осенний)

#### **1. Основы геоинформационного анализа пространственно-временных данных.**

##### **1.1. Введение в геоинформационный анализ.**

Основные понятия геоинформационного анализа. Географическая информация (ГИ), геоинформатика, географическая информационная система (ГИС). Типы геоинформационных технологий. Модель географического мира. Цифровые модели ГИ, типы данных, структуризация данных, ограничения цифровых моделей ГИ.

Типы аналитических задач. Классификация задач анализа ГИ. Основные проблемы геоинформационного анализа: оценивание связей между свойствами ГИ, оценивание отношений между географическими объектами, прогнозирование, обнаружение и распознавание целевых свойств ГИ и географических объектов, прогнозирование развития пространственно-временных взаимодействующих процессов.

Средства геоинформационного анализа. Визуальное исследование (картографический и графический анализ ГИ). Аналитические преобразования (применение заранее заданного оператора к имеющимся географическим данным для вычисления нового представления ГИ). Правдоподобный вывод (нахождение оператора аналитического преобразования).

##### **1.2. Технология прогнозирования пространственно-временных процессов.**

Задачи с неполной информацией. Причины неопределенности. Критерии качества решения задач с неполной информацией: совместимость, значимость, непротиворечивость. Информационная модель. Информационная модель - как версия решения задачи в условиях неопределенности и ее компоненты (формальная и неформальная). Участие в решении эксперта предметной области (экспертные решения и экспертные оценки). Прогнозирующая функция как форма представления извлеченного знания.

Технология построения информационной модели.

### 1.3. Методы вывода эмпирических закономерностей в условиях неопределенности.

Метод интервальных экспертных оценок. Интервальные экспертные оценки как метод формализации знаний эксперта. Методы построения выборки прецедентов. Алгоритм аппроксимации, статистическая модель метода. Учет мнений нескольких экспертов. Метод балльных экспертных оценок. Порядковые шкалы, пример применения балльных оценок. Статистическая модель оценивания, алгоритм оценивания, статистические свойства оценки, технология применения метода. Метод аппроксимации отношения правдоподобия (распознавание). Прогнозирующая функция, апостериорная вероятность, алгоритм аппроксимации. Методы объяснение и обоснование результатов прогноза. Обоснование по прецеденту, построение логических конструкций, объяснение с помощью кластерного анализа. Непараметрические процедуры индуктивного вывода. Решающие правила по сходству (метрические и функции предпочтения), функция принадлежности и метод ближайшего соседа, непараметрическая регрессия.

### 1.4. Аналитические сетевые геоинформационные технологии и системы.

Сетевая среда информационного моделирования. Методы анализа в сетевых ГИС: визуальное исследование ГИ, аналитические преобразования, вывод зависимостей. Примеры сетевых аналитических ГИС. ГеоПроцессор, КОМПАС, CommonGIS, GeoТайм. Технология анализа пространственно-временных данных в сетевых ГИС. Оценка возможного ущерба от землетрясений, прогноз сейсмической опасности, прогноз полезных ископаемых, оценивание геофизических полей, обнаружение предвестников и прогноз землетрясений.

### 1.5. Архитектуры сетевых геоинформационных систем.

Типы архитектур. Приложение и апплет как локальные системы. Примеры локальных систем (Навигаторы, картографические системы). Клиент-сервер как распределенная архитектура. Преимущество и недостатки сетевых систем. Серверные архитектуры. Тонкий клиент, толстый клиент. Преимущество и недостатки каждого вида. Основные принципы построения, назначение (вьювер) и примеры тонких клиентов (google maps, yandex maps). Принципы построения толстых клиентов, их назначения (аналитическая обработка информации, сложная визуализация) и примеры (google earth как пример сложной визуализации, GeoТайм как пример сложной обработки). Параллельные вычисления. Локальные, клиент-серверные, ГРИД подход. Причины возникновения, использование, эффективность.

## 2. Теоретические основы речевых технологий.

### 2.1. Виды речевых технологий и области их применения.

Сжатие речевого сигнала в каналах связи. Синтез речи по произвольному тексту. Автоматическое распознавание и понимание речи. Распознавание диктора. Распознавание эмоционального и физического состояния. Диагностика заболеваний. Коррекция нарушений слуха. Обучение иностранному языку. Характеристика состояния речевых технологий. Источники изменчивости речевого сигнала.

### 2.2. Теория речеобразования.

Строение речевого тракта и гортани. Динамические характеристики артикуляторных органов. Параметрическая модель артикуляции. Демонстрация артикуляторно-акустической модели (SAAS). Методы измерения формы речевого тракта.

### 2.3. Линейная акустическая теория речеобразования.

Волновое уравнение (уравнение Вебстера). Граничные условия. Резонансные частоты речевого тракта. Потери в речевом тракте. Аэродинамика голосового источника и турбулентные процессы. Голосовой источник. Турбулентный источник. Импульсный источник. Фонетическая классификация звуков речи, процессы артикуляции (форма тракта) и спектры.

### 2.4. Теория речевого сигнала.

Методы анализа речевого сигнала. Дискретизация и квантование. Текущий спектр. Весовые функции. Кепстр. Линейное предсказание. Wavelet. Формантный анализ. Анализ основного тона. Детекторы спектрально-временных неоднородностей. Элементы кодовой структуры речевого сигнала.

### 2.5. Теория внутренней модели.

Система управления артикуляцией. Возмущения артикуляции и восприятия. Речевые обратные задачи. Вариационный метод. Критерии оптимизации. Ограничения. Кодовая книга. Обратная задача для нейромоторных команд. Внутренняя модель при восприятии речи. Обратная задача для голосового источника. Артикуляторный синтез и вокодер. Демонстрация.

## **Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Основная литература к 1 разделу

1. Берлянд А.М. Геоиконика // М.: Астрей, 1996. – 208 с.
2. Гитис В.Г., Ермаков Б.В. Основы пространственно-временного прогнозирования в геоинформатике // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 256 с.
3. Alpaydin E. Introduction to machine learning // Cambridge, Mass.: MIT Press, 2004. – 415 p.
4. Frank A.U., Raubal M., Vlught M. Panel-GI Compendium. A guide to GI and GIS // European Communities, 2000. – 141 p.
5. Gitis V. GIS Technology for the Design of Computer-Based Models in Seismic Hazard Assessment // Geographical Information Systems is Assessing Natural Hazards. A. Carrara and F. Guzzetti (eds.). Kluwer Academic Publishers, 1995. P. 219-233.
6. Klossgen W., Zytchow J.M. Handbook of Data mining and Knowledge Discovery // Oxford univers, 2002. – 908 p.
7. Kraak M., Brown F. Web Cartography // Taylor & Francis, 2001. – 214 p.
8. MacEachren A.M., Kraak M.-J. Cartography and Geographic Information Science // Special Issue "Research Challenges in Geovisualization", 2001. V. 28 (1).
9. Malczewski J. GIS and Multicriteria decision analysis // Jon Willey & Sons. INC, 1999. – 389 p.
10. Miller H.J., Han J. Geographical data mining and knowledge discovery // Taylor & Francis, 2001. – 367 p.

Основная литература ко 2 разделу

1. Сорокин В.Н. Речевые процессы // М.: Народное образование, 2012. - 600 с.
2. Сорокин В.Н. Синтез речи // М.: Наука, 1992. – 392 с.
3. Sorokin V.N., Leonov A.S., Trushkin A.V. Estimation of stability and accuracy of inverse problem solution for the vocal tract // Speech Communication, 2000. V. 30. P. 55-74.

4. Сорокин В.Н. Теория речеобразования // М.: Радио и Связь, 1985. – 312 с.
5. Сапожков А. Речевой сигнал в кибернетике и связи // М.: Связь, 1963. – 248 с.
6. Фант Г. Акустическая теория речеобразования // М.: Наука, 1964. – 304 с.
7. Фланаган Д. Анализ, синтез и восприятие речи // М.: Связь, 1968. – 306 с.
8. Маркел Д., Грей А. Линейное предсказание речи // М.: Связь, 1980. – 308 с.
9. Рабинер Л., Шафер Р. Цифровая обработка речевых сигналов // М.: Радио и Связь, 1981. – 496 с.
10. Рабинер Л., Голд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов // М.: Мир, 1978. – 848 с.
11. Методы автоматического распознавания речи // Под ред. У.Ли. М.: Мир, 1983. Т. 1-2. – 716 с.
12. Труды Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (ТИИЭР) // Тематический выпуск "Речевая связь с машинами"? 1985. Т. 73. № 11.
13. Физиология речи. Восприятие речи человеком // Л.: Наука, 1976. – 388 с.

#### Дополнительная литература

1. Гитис В.Г., Ермаков Б.В. Основы пространственно-временного прогнозирования в геоинформатике // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 256 с.
2. Сорокин В.Н. Синтез речи // М.: Наука, 1992. – 392 с.