

## **5. Содержание учебной дисциплины, структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов**

### **5.1. Содержание разделов (тем) учебной дисциплины**

#### Раздел 1. Теоретические основы информатики.

Тема 1.1. История возникновения чисел (римские, арабские, десятичные, двоичные и шестнадцатеричные). Четыре алгебры: традиционная (обычная школьная), булева алгебра, теории множеств и алгебра комплексных чисел. Алгебра в современном понимании.

Тема 1.2. Арифметика Диофанта. Алгебра Хорезми. Числа: натуральные, рациональные, иррациональные, трансцендентные. Комплексные числа и их свойства. Представление комплексных чисел на плоскости в прямоугольной и полярной системах координат. Формула Эйлера. Сложение, вычитание, умножение и деление комплексных чисел. Модуль комплексного числа. Решения задач с комплексными числами.

Тема 1.3. Элементы теории множеств. Понятие множества. Основные операции с множествами.

Тема 1.4. Элементы теории вероятностей. Понятие статистической устойчивости. Классическая теория вероятностей. Элементарные случайные события. Случайные события. Противоположные события. Несовместимые события. Задачи по классической теории вероятностей. Аксиоматическое построение теории вероятностей по Колмогорову А.Н. Элементарные следствия аксиом теории вероятностей. Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей. Независимые случайные события. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Задачи по теории вероятностей.

Тема 1.5. Элементы теории информации. Современные толкования понятия информации, их положительные и отрицательные стороны. Нематериальность информации. Первичность понятия «информация». Определение понятия «энтропия». Оценка потенциального количества информации по Шеннону. Примеры и задачи по оценке количества информации, содержащейся в разных сообщениях. Применение формулы Байеса из теории вероятностей для оценки количества информации.

Тема 1.6. Логарифмические и тригонометрические функции. Их свойства и графики.

#### Раздел 2. Общие цифровые информационные технологии.

Тема 2.1. Архитектура современного компьютера и его программное обеспечение. Фон Неймановская архитектура современного компьютера. Понятия бит,

байт, машинное слово, файл. Абстрактная машина Тьюринга. Понятие алгоритма и его реализуемость на машинах Тьюринга фон Неймановской архитектуры. Понятие нейрокомпьютера и его принципиальное отличие от фон Неймановской архитектуры. Свойства нейрокомпьютеров.

Тема 2.2. Международная стандартизация основных цифровых информационных объектов. International Standard Organization (ISO) – основной координатор современного цифрового (компьютерного) представления информационных данных. Понятие „информационный объект“ в современной цифровой информационной технологии. Свойства основных информационных объектов:

- символ;
- слово;
- предложение;
- абзац;
- список;
- таблица;
- изображение:
  - растровое представление (фотографии);
  - векторное представление (графики, диаграммы и карты);
  - компрессированное представление (стандартный формат JPEG);
- звук:
  - волновое (акустическое) представление;
  - музыкальное (нотное) представление;
  - компрессированное представление (стандартные форматы PCM, ADPCM, GSM, MP3, WMA, OGG);
- видеофильм (со всеми комбинациями типов изображений и звуков). Компрессированное представление в формате MPEG;
- специальные информационные объекты: математические формулы, организационные схемы и др.;
- гиперссылки;
- файл;
- папка;
- рабочий стол и др.

Тема 2.3. История звукозаписи. Механическая, магнитная, оптическая и цифровая запись звука.

Тема 2.4. Визуальный и статистический анализ данных с помощью таблиц Microsoft Excel.

Тема 2.5. Цифровой документ. Понятие документ в цифровой технологии в формате Microsoft-WORD для показа на экране монитора, для печати на бумаге и для показа в интернете. Понятие документа в юридическом смысле. Электронная цифровая подпись.

Раздел 3. Звуковые информационные технологии (Информация и звук).

Тема 3.1. Психоакустический закон Вебера-Фехнера. Измерение мощности звуковых сигналов по логарифмической шкале (шкала децибел). Уровни мощности типичных звуков: тишина, шёпот, речь, метро, рок группа, реактивный само-

лёт и др. Упражнения и задачи на измерение мощности звуковых сигналов по шкале децибел. Понятие соотношения сигнал-шум.

Тема 3.2. Звуковые сигналы гармонического типа. Изменчивость и инвариантность отдельных параметров сигналов гармонического типа. Закон сохранения формы и частоты колебания звукового сигнала гармонического типа.

Тема 3.3. История развития музыкальных звуковысотных строев. Пифагоров музыкальный звуковысотный строй. Равномерно темперированный музыкальный строй. История изменений эталонной частоты ноты «ля». (Доклад студентов на тему: «Звуковысотный музыкальный строй»). Биения обертонов музыкальных звуков. Первое знакомство со спектром музыкальных звуков. Понятия частоты основного тона и обертонов. Лабораторная работа: «Определение ноты звучащего музыкального инструмента и голоса в пении по обертонам этих звуков с помощью сонограммы».

Тема 3.4. Эффект биения звуковых сигналов гармонического типа. Практическое изучение эффектов биения и их математическое описание. Проявление эффект биения гармоник в звучании реальных объектов: колоколов и бокалов. Лабораторная работа: «Идентификация колокольчиков по их звучанию».

Тема 3.5. Амплитудная и частотная модуляция сигналов гармонического типа. Визуализация с помощью сонограмм модулированных гармонических сигналов и измерение параметров амплитудной и частотной модуляции (лабораторная работа). Экспериментальная оценка и объяснение чувствительности слуха к степени амплитудной и частотной модуляции сигналов гармонического типа. Лабораторная работа: «Оценка индивидуальной чувствительности слуха к степени амплитудной и частотной модуляции сигналов гармонического типа».

Тема 3.6. Модельное математическое описание реальных объектов или явлений. Описание точек пространства с помощью векторной алгебры. Аффинная и декартова система координат. Ортонормированный базис. Определение координаты точки в пространстве (или вектора) с помощью скалярного произведения векторов.

Тема 3.7. Разложение математических аналитических функции в ряд по степенным функциям (ряд Тейлора). Историческое значение разложения функции в ряд Тейлора. Повсеместное применение ряда Тейлора в современной культуре человечества. Примеры разложения в ряд Тейлора простейших функций: логарифма, экспоненты, косинуса и синуса.

Тема 3.8. Скалярное произведение двух математических функций, представленных в табличной и аналитической форме. Построение ортонормированного базиса математических функций гармонического типа. Разложение произвольной математической функции на заданном отрезке в ряд гармонических функций – построение (порождение) ряда Фурье. Теорема Фурье. Упрощённое математическое описание ряда Фурье. Амплитудный и фазовый спектры. Графическое представление ряда Фурье в виде амплитудного и фазового спектров. Историческое значение разложения функции в ряд Тейлора. Причины незаменимости рядов Фурье в анализе звука вообще и речевого сигнала в частности.

Тема 3.9. Адекватность математического описания звукового сигнала с помощью ряда Фурье для периодических и произвольных (непериодических) звуковых сигналов. Модели музыкальных звуков и сонорных звуков речи и их адекват-

ность. Разложение в ряд Фурье взрывных и шипящих звуков и адекватность этих математических моделей. Интеграл Фурье. Дискретные и непрерывные спектры.

Тема 3.10.Arteфакты спектрального анализа звуков. Взвешивающие временные окна динамического спектрального анализа.

Тема 3.11. Принцип неопределённости Гейзенберга. Его проявление в физике, акустике, математической статистике, психологии и др. Проблема покадрового динамического спектрального представления речевых и других звуковых сигналов с помощью сонограмм (спектрофильмов). Критерии выбора оптимальной частоты кадров спектрального представления речевых сигналов для анализа артикуляционных и голосовых особенностей говорящего.

Тема 3.12. Резонансные частоты и их проявление в музыкальных инструментах, звучащей речи и всех прочих реальных предметах.

#### Раздел 4. Спектральный анализ речевых сигналов (Информация и звук).

Тема 4.1. Правила визуализации с помощью сонограмм гармонических компонент речевого и музыкальных сигналов. Широкополосные и узкополосные сонограммы в исследованиях звучащей речи. Настройка их для повышения качества визуализации информационных следов звучащей речи.

Тема 4.2. Измерения высоты и диапазона звучания голоса по разным гармоникам (обертонам) голоса. Измерения формант (резонансных частот речевого тракта) звучащей речи. Лабораторная работа «Измерение основных параметров речевых сигналов».

Тема 4.3. Разложение звуковых сигналов на микрогармонические элементы (сонели). Прослушивание звучания отдельных обертонов голоса в речи. Выделение, прослушивание усиление или удаление отдельных гармонических следов звуков разной природы.

Тема 4.4. Исследование индивидуальных артикуляционных и фонационных особенностей говорящего. Миоэластическая и нейрохронаксическая теории голосообразования.

Тема 4.5. Теорема Котельникова. Шумы квантования, возникающие при оцифровке электроакустических сигналов. Снижение и увеличение частоты дискретного представления уже оцифрованного электроакустического сигнала. Стандартные форматы цифровой звукозаписи: PCM, ADPCM, GSM, MP3, WMA, OGG. Лабораторная работа: «MP3, WMA и OGG искажения – в Левитане и Сьюзан Веге».

Тема 4.6. Звукозапись и звукорежиссура. Практика звукозаписи. Лабораторная работа «Запись речи на оптический диск».

Тема 4.7. Фонодокумент. Монтаж речевых фонограмм. Редактирование цифровых фонограмм. Способы изменения высоты голоса в цифровой фонограмме. Способы замедления или ускорения звучания цифровых речевых фонограмм без изменения высоты звучания голоса и изменения частот формант (резонансных частот речевого тракта).

## 5.2. Распределение учебного времени, отведенного на изучение учебной дисциплины (по семестрам, разделам, темам, видам учебных занятий и формам промежуточной аттестации) (в академических часах)

### 5.2.1. Очная форма обучения

№ номер раздела, темы	Наименование раздела, темы, формы промежуточной аттестации	Общая трудоёмкость теоретического обучения										
		Всего на теоретическое обучение	Объём учебной работы студента								Самостоятельная работа	Время на экзаменационную сессию
			Всего на учебную работу	Аудиторные занятия					КР (рубежный контроль)			
				Всего на аудиторные занятия	В том числе по видам аудиторных занятий:							
			Л		С	ЛЗ	ПЗ		КЗ			
<b>1-й семестр</b>												
	<i>Раздел 1. Теоретические основы информатики</i>	76	76	38	30	4		2		2	38	
	Тема 1.1. История возникновения чисел. Четыре алгебры.	4	4	2	2						2	
	Тема 1.2. Арифметика Диофанта. Алгебра Хорезми. Числа. Комплексные числа и их свойства.	16	16	8	8						8	
	Тема 1.3. Элементы теории множеств.	4	4	2	2						2	
	Тема 1.4. Элементы теории вероятностей.	24	24	12	10	2					12	
	Тема 1.5. Элементы теории информации. (Доклады).	16	16	8	6	2					8	
	Тема 1.6. Логарифмические и тригонометрические функции.	8	8	4	2			2			4	
	Зачет	4	4	2						2	2	
<b>2-й семестр</b>												
	<i>Раздел 2. Общие цифровые информационные технологии.</i>	64	64	32	26			6			32	
	Тема 2.1. Архитектура современного компьютера и его программное обеспечение.	16	16	8	6			2			8	
	Тема 2.2. Международная стандартизация основных цифровых информационных объектов.	28	28	14	14						14	
	Тема 2.3. История звукозаписи.	4	4	2	2						2	
	Тема 2.4. Визуальный и статистический анализ данных с помощью таблиц Microsoft Excel.	12	12	6	2			4			6	
	Тема 2.5. Цифровой документ.	4	4	2	2						2	

№ номер раздела, темы	Наименование раздела, темы, формы промежуточной аттестации	Общая трудоёмкость теоретического обучения										
		Всего на теоретическое обучение	Объём учебной работы студента								Самостоятельная работа	Время на экзаменационную сессию
			Всего на учебную работу	Аудиторные занятия						КР (рубежный контроль)		
				Всего на аудиторные занятия	В том числе по видам аудиторных занятий:							
			Л		С	ЛЗ	ПЗ		КЗ			
	<i>Раздел 3. Звуковые информационные технологии (Информация и звук).</i>	108	108	54	26	14	10	2		2	54	
	Тема 3.1. Психоакустический закон Вебера-Фехнера.	8	8	4	2	2					4	
	Тема 3.2. Звуковые сигналы гармонического типа.	4	4	2	2						2	
	Тема 3.3. Музыкальный звуковысотный строй.	12	12	6		2	4				6	
	Тема 3.4. Эффект биения звуковых сигналов гармонического типа.	8	8	4	2		2				4	
	Тема 3.5. Амплитудная и частотная модуляция сигналов гармонического типа.	12	12	6	2		4				6	
	Тема 3.6. Модельное математическое описание реальных объектов или явлений.	4	4	2	2						2	
	Тема 3.7. Ряды Тейлора.	8	8	4	2	2					4	
	Тема 3.8. Ряды Фурье.	20	20	10	6	4					10	
	Тема 3.9. Адекватность математического описания звукового сигнала с помощью рядов Фурье.	4	4	2	2						2	
	Тема 3.10. Артефакты спектрального анализа звуков.	4	4	2	2						2	
	Зачет	4	4	2						2	2	
3-й семестр												
	Тема 3.11. Принцип неопределённости Гейзенберга.	16	16	8	2	4		2			8	
	Тема 3.12. Резонансные частоты и их проявление в музыкальных инструментах, звучащей речи и всех прочих реальных предметах.	4	4	2	2						2	
	<i>Раздел 4. Спектральный анализ речевых сигналов (Информация и звук).</i>	52	52	28	12	4	8	4			26	
	Тема 4.1. Технология визуализации с помощью сонограмм гармонических компонент речевого и музыкальных сигналов.	8	8	4	2			2			4	

№ номер раздела, темы	Наименование раздела, темы, формы промежуточной аттестации	Общая трудоёмкость теоретического обучения										
		Всего на теоретическое обучение	Объём учебной работы студента								Самостоятельная работа	Время на экзаменационную сессию
			Всего на учебную работу	Аудиторные занятия								
				Всего на аудиторные занятия	В том числе по видам аудиторных занятий:							
	Л	С	ЛЗ		ПЗ	КР (рубежный контроль)	КЗ					
	Тема 4.2. Измерения высоты и диапазона звучания голоса. Измерения формант звучащей речи. Лабораторная работа.	12	12	6		2	4				6	
	Тема 4.3. Разложение звуковых сигналов на микрогармонические элементы (сонели).	8	8	4	2			2			4	
	Тема 4.4. Индивидуальные артикуляционные и фонационные особенности говорящего.	12	12	6	4	2					6	
	Тема 4.5. Теорема Котельникова.	8	8	4	2		2				4	
	Тема 4.6. Звукозапись и звукорежиссура. Лабораторная работа.	8	8	2	2		2				4	
	Тема 4.7. Фонодокумент. Монтаж речевых фонограмм. Редактирование цифровых фонограмм.	8	8	4	2			2			4	
<b>Форма промежуточной аттестации</b>												
	Зачёт	8	8	4							4	4
	Дифференцированный зачёт											
	Экзамен	36										36
	Всего по дисциплине	304	304	152	94	22	18	14			4	

### 5.2.2. Лабораторный практикум

Лабораторная работа 1. Оценка чувствительности слуха к разным степеням амплитудной и частотной модуляции одиночных гармонических сигналов.

Лабораторная работа 2. Идентификация колокольчиков по их звучанию.

Лабораторная работа 3. Измерение высоты звучания голоса в пении и у музыкальных инструментов.

Лабораторная работа 4. Измерение высоты голоса в речи и значений частот резонансных частот речевого тракта.

Лабораторная работа 5. Определение диапазона голоса в речи в полутонах и в герцах.

Лабораторная работа 6. Запись речи на оптический диск. Редактирование цифровых фонограмм речи.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

(в алфавитном порядке)

#### а) основная:

1. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. М.: УРСС, 2001.
2. Женило В.Р. Учебные материалы для фоноскопистов. Интернет сайт: [www.zhenilo.narod.ru](http://www.zhenilo.narod.ru).
3. Информатика. Энциклопедический словарь для начинающих / Под ред. Д.А. Пospelова. М.: Наука, 1994.
4. Лингвистический энциклопедический словарь. / Гл.ред. В.Н.Ярцева. М.: Советская энциклопедия, 1990.
5. Математический энциклопедический словарь. Москва. Советская энциклопедия. 1984.
6. Музыкальный энциклопедический словарь. / Гл.ред. Г.В.Келдыш. М.: Советская энциклопедия, 1990.
7. Потапова Р.К. Речь: коммуникация, информация, кибернетика. 2 доп.изд., М. УРСС, 2001.
8. Фант Г. Акустическая теория речеобразования: Пер. с англ. Л.А.Варшавского, В.И.Медведева / Под ред. В.С.Григорьева.- М.: Наука, 1964.

#### б) дополнительная:

9. Гельфанд С.А. Слух. Введение в психологическую и физиологическую акустику: Пер. с англ. О.К.Федоровой, О.П.Токарева. М.: Медицина, 1984.
10. Женило В.Р. Компьютерная фоноскопия. М. 1955.
11. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юнити, 2009.
12. Кубат К. Звукооператор-любитель: Пер. с чешск. – М.: Энергия, 1978..



13. Потапова Р.К. Электронная энциклопедия, предназначенная для эксперта-фоноскописта. М., 1999. CD-ROM.
14. Цвикер Э., Фельдкеллер Р. Ухо как приёмник информации. Пер. с нем. под редакцией Б.Г. Белкина. М., «Связь», 1971.
15. Юссон Р. Певческий голос. Исследование основных физиологических и акустических явлений певческого голоса. - М.: Музыка, 1974.
16. Hollien H. The acoustics of crime: the new science of forensic phonetics. - New York and London: University of Florida, Plenum Press, 1990.

**в) программное обеспечение и Интернет ресурсы:**

17. «Мастерская сигналов» и другие учебные компьютерные программы на сайте [www.zhenilo.narod.ru](http://www.zhenilo.narod.ru).
18. Microsoft Office, сайт [www.office.microsoft.com](http://www.office.microsoft.com).
19. Praat Language Lab, сайт [www.praatlanguage.com](http://www.praatlanguage.com).
20. Sound Forge digital audio editing software, сайт [www.sonycreativesoftware.com](http://www.sonycreativesoftware.com).

## **6.2. Методические указания студентам** (с учетом форм обучения)

### **6.2.1. Общие рекомендации**

Настоящий курс рассчитан на студентов филологов, имеющих математическую подготовку в рамках школьной программы и умеющих работать на компьютере. Значительное внимание необходимо уделять правильному употреблению понятия информация, которое в настоящее время очень часто используется весьма некорректно не только в обыденной речи, но даже в печати и системах вещания. Знание и понимание основных цифровых информационных стандартов – это весьма важный элемент современной компьютерной грамотности.

В той части курса, которая посвящена математическим и компьютерным методам извлечения разного рода информации из речевых сигналов, следует обратить особое внимание на то, каким образом и с помощью каких атомарных инвариантных информационных элементов речевого сигнала передаётся информация в устной речи.

### **6.2.2. Перечень тем для самостоятельного изучения студентами**

- Что такое информация?
- Свойства математических функций: логарифмы и гармонические функции (тригонометрические функции: косинусы и синусы).
- Современный звуковысотный музыкальный строй.
- Использование программного продукта Microsoft Excel для анализа табличных (статистических) данных и их отражение в графическом виде.
- Звукорежиссура и звукозаписи в условиях современных цифровых информационных технологий.
- Вибрато певческого голоса и голоса музыкальных инструментов.

### **6.2.3. Календарный план-график прохождения рубежного контроля**

1 семестр	Неделя
-----------	--------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Планируемый рубежный кон- троль												КР 1							КР 2
Объем в часах												2							2

2 семестр	Неделя																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Планируемый рубежный кон- троль								КР 3					КР 4						КР 5
Объем в часах								2					2						2

3 семестр	Неделя																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Планируемый рубежный кон- троль												КР 6							КР 7
Объем в часах												2							2

#### 6.2.4. Перечень вопросов/заданий для самоконтроля и прохождения рубежного контроля

##### *Перечень вопросов для контрольной работы 1*

- Алгебра в современном понимании. Алгебраические операции и их свойства: дистрибутивности, коммутативности и ассоциативности.
- Условные знаки для обозначения чисел. Римские и арабские цифры. Этимология слов: алгоритм и алгебра. Операции с числами, представленными римскими и арабскими цифрами.
- История чисел. Числа во времена Диофанта. Решение уравнения  $X+1=0$  во времена Диофанта.
- Решение уравнения  $X*X+1=0$  до 18 века и позже. Комплексные числа и операции с ними: сложение, вычитание, умножение и деление. Модуль комплексного числа.
- Отображение комплексных чисел в прямоугольной и полярной системах координат. Запись одного и того же комплексного числа в разных системах координат. Формула Эйлера, связывающая тригонометрические функции с экспоненциальной функцией.
- Нахождение всех  $n$  корней уравнения  $X^n = 1$ .
- Представить  $e^{i\varphi}$  в виде  $a+ib$ .
- Представить  $\ln(i)$  в виде  $a+ib$ .
- Представить  $\ln(x+iy)$  в виде  $a+ib$ .

- Элементы теории множеств. Понятие множества. Операции над множествами.
- Элементы теории вероятностей. Классическая теория вероятностей. Элементарное случайное событие. Случайное событие. Примеры.

#### *Перечень вопросов для контрольной работы 2*

- Элементы теории вероятностей. Аксиоматическая теория вероятностей (по А.Н. Колмогорову). Основные следствия аксиом теории вероятностей.
- Элементы теории вероятностей. Формула полной вероятности. Пример использования.
- Элементы теории вероятностей. Формула Байеса. Пример использования.
- Элементы теории информации. Понятие информации. Свойства информации. Энтропия как мера неопределённости. Определение количества информации по Шеннону. Примеры.

#### *Перечень вопросов для контрольной работы 3*

- Построить графики логарифмических и гармонических функций.
- Закон Вебера-Фехнера. Шкала измерения уровня громкости – децибел. Равномерно темперированный музыкальный строй.
- Оценка различия интенсивностей звуков по шкале децибел.
- Эффект биения гармонических колебаний. Примеры проявления эффекта биения в музыкальных звуках.
- Изменчивость формы звуковой волны (речевого сигнала) в зависимости от акустической среды и расположения микрофона. Инвариантные информационные элементы звука, благодаря которым возможна передача информации с помощью звуковой волны.
- Разложение произвольных непрерывных математических функций в базисе простейших математических функций. Ряды Тейлора. Практическое применение этих рядов.
  - Разложить функцию  $\sin(x)$  в ряд Тейлора.
  - Разложить функцию  $\cos(x)$  в ряд Тейлора.
  - Разложить функцию  $\exp(x)$  в ряд Тейлора.
  - Разложить функцию  $\ln(x)$  в ряд Тейлора.

#### *Перечень вопросов для контрольной работы 4*

- Ортонормированный базис в векторном пространстве. Скалярное умножение двух векторов. Определение координаты вектора в ортонормированном базисе с помощью скалярного произведения двух векторов.
- Ортонормированный базис в функциональном пространстве. Скалярное умножение двух функций. Определение координаты функции в ортонормированном базисе с помощью скалярного произведения двух функций.
- Ортонормированный базис гармонических функций, используемый в рядах Фурье. Доказать его ортонормированность.

- Разложение произвольных непрерывных математических функций в базисе гармонических функций. Ряды Фурье. Практическое применение этих рядов.
- Теорема Фурье. Доказательство того, что любой музыкальный звук и гласные звуки речи раскладываются на гармоники, кратные частоте основного тона звука.
- Графическое представление рядов Фурье в виде амплитудных спектров. Примеры спектров разных звуков.

#### *Перечень вопросов для контрольной работы 5*

- Произвести идентификацию колокольчиков по цифровым фонограммам их звучания.
- Определить высоту звучания музыкальных звуков (определить взятые ноты певцами и музыкальными инструментами) по цифровой фонограмме.
- На цифровой фонограмме зафиксировано одновременное звучание двух гармонических колебаний с частотами 1234 и 1243 Гц (амплитуды гармонических колебаний одинаковы). Какова будет итоговая частота колебания? И какова будет частота биения этих гармонических колебаний.

#### *Перечень вопросов для контрольной работы 6*

- Практические возможности и ограничения измерения частоты гармоник. Артефакты спектрального оценивания.
- Принцип неопределенности Гейзенберга. Использование взвешивающего окна Гаусса в спектральном оценивании частот гармонических колебаний.
- Широкополосные и узкополосные динамические спектрограммы и их использование в исследованиях следов артикуляции и интонации речи.
- На разных участках оцифрованного речевого сигнала измерить значения резонансных частот речевого тракта и высоту голоса.
- Настроить цифровую динамическую спектрограмму (сонограмму) речевого сигнала таким образом, чтобы хорошо были видны треки резонансных частот речевого тракта.
- Настроить цифровую динамическую спектрограмму (сонограмму) речевого сигнала таким образом, чтобы хорошо были видны треки гармоник (обертонов) голоса.

#### *Перечень вопросов для контрольной работы 7*

- Теорема Котельникова и шумы квантования, вносимые в оцифровываемый звуковой сигнал.
- Как перенести компьютерную фонограмму телефонных переговоров на стандартный (бытовой) музыкальный компакт-диск (CD)?
- Имеется аудио-книга с общей длительностью звучания – 17 часов. Формат записи: MP3, частота АЦП – 44100 Гц, моно. Сколько понадобится отдельных стандартных музыкальных лазерных компакт-дисков CD (ёмкостью 700 мега-

байт) для перезаписи этой аудио-книги, чтобы полученные диски можно было прослушивать на обычных бытовых музыкальных центрах (проигрывателях).

- Спектральный анализ артикуляционных особенностей говорящего.
- Спектральный анализ голосовых (фонационных) особенностей говорящего.
- Компьютерные технологии редактирования речевых сигналов.

### **6.2.5. Методические рекомендации для выполнения рефератов, курсовых работ, конкретных видов домашних заданий и подготовки к рубежному контролю**

В ходе подготовки студентами рефератов следует обратить их внимание на общие требования, предъявляемые к научным работам: четкая структурированность содержания, корректное использование ссылок, правильное оформление списка литературы и на собственные оценки изученного вопроса.

При подготовке к рубежному контролю по соответствующим темам студент должен сначала изучить конспекты лекций, чтобы обратить специальное внимание на вопросы, освещенные в лекциях, а затем дополнить свои знания, ознакомившись с рекомендованной литературой. Выполняя контрольную работу, студенту следует по мере необходимости иллюстрировать свой ответ графиками, схемами, рисунками. Ответы на вопросы должны быть лаконичными, но содержательно полными.

### **6.3. Примерная тематика рефератов и/или курсовых работ**

- Оценка совокупности индивидуальных признаков, необходимой для решения задачи идентификации личности по речевому сигналу. (Основы теории информации).
- След речевого сигнала и его инвариантность в реальных условиях. (Основы спектрального анализа. Ряды Фурье).
- Визуализация и исследование следов звука. (Спектральный анализ звука. Принцип неопределенности Гейзенберга).
- Редактирование следов звука. (Спектральный анализ звука).
- Технология визуализации и исследования артикуляции по следам речевого сигнала. (Компьютерная фоноскопия). (Фант Г. Акустическая теория речеобразования: Пер. с англ. Л.А.Варшавского, В.И.Медведева / Под ред. В.С.Григорьева.- М.: Наука, 1964. Фланаган Дж.Л. Анализ, синтез и восприятие речи: Пер. с англ. / Под ред. А.А.Пирогова. - М.: Связь, 1968.).
- Технология визуализации и исследования голоса по следам речевого сигнала. (Компьютерная фоноскопия). (Левидов И.И. Певческий голос в здоровом и больном состоянии. - Л.-М.: Искусство, 1939. Рагс Ю. Вибрато и восприятие высоты голоса // Применение акустических методов исследования в музыковедении / Под ред. С.С.Скребкова. - М.: Музыка, 1964.).

- Миоэластическая и нейроронаксическая теории голосообразования. (Юссон Р. Певческий голос. Исследование основных физиологических и акустических явлений певческого голоса. - М.: Музыка, 1974).

- Психоакустика. (Цвикер Э., Фельдкеллер Р. Ухо как приёмник информации. М.- 1971. E. Zwicker, N. Fastl. Psychoacoustics. Facts and Models, 1999. Гельфанд С.А. Слух. Введение в психологическую и физиологическую акустику : Пер. с англ. О.К.Федоровой, О.П.Токарева. - М.: Медицина, 1984. )

- Криминалистическая фоноскопия. (Hollien H. The acoustics of crime: the new science of forensic phonetics. - New York and London: University of Florida, Plenum Press, 1990. Philip Rose. Forensic Speaker Identification. 2002 Taylor & Francis.).

- Цифровые форматы звуковых файлов.

- Свободная тема по рассмотренным разделам в курсе «Математика и информатика», а так же вариации на вышеперечисленные темы.

#### **6.4. Перечень информационных технологий, рекомендуемых для изучения дисциплины и рекомендации по их использованию**

В учебном процессе рекомендуется использовать следующие свободно распространяемые компьютерные программы:

- «Мастерская сигналов», сайт [www.zhenilo.narod.ru](http://www.zhenilo.narod.ru).

- Praat Language Lab, сайт [www.praatlanguage.com](http://www.praatlanguage.com).

Программы, требующие лицензированного использования:

- Microsoft Office, сайт [www.office.microsoft.com](http://www.office.microsoft.com).

- Sound Forge digital audio editing software, сайт [www.sonycreativesoftware.com](http://www.sonycreativesoftware.com).

И специальную аппаратно-компьютерную компьютерную систему CSL – Computerized Speech Laboratory, имеющуюся на кафедре прикладной и экспериментальной лингвистики.

### **7. Промежуточная аттестация**

#### **7.1. Очная форма обучения.**

##### **1 семестр:**

1. Форма контроля – зачёт.

2. Форма проведения – устный ответ.

3. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию:

- Алгебра в современном понимании. Алгебраические операции и их свойства: дистрибутивности, коммутативности и ассоциативности.

- Условные знаки для обозначения чисел. Римские и арабские цифры. Этимология слов: алгоритм и алгебра. Операции с числами, представленными римскими и арабскими цифрами.

- История чисел. Числа во времена Диофанта. Решение уравнения  $X+1=0$  во времена Диофанта.

- Решение уравнения  $X^2+1=0$  до 18 века и позже. Комплексные числа и операции с ними: сложение, вычитание, умножение и деление. Модуль комплексного числа.

- Отображение комплексных чисел в прямоугольной и полярной системах координат. Запись одного и того же комплексного числа в разных системах координат. Формула Эйлера, связывающая тригонометрические функции с экспоненциальной функцией.

- Нахождение всех  $n$  корней уравнения  $X^n = 1$ .

- Представить  $e^{i\varphi}$  в виде  $a+ib$ .

- Представить  $\ln(i)$  в виде  $a+ib$ .

- Представить  $\ln(x+iy)$  в виде  $a+ib$ .

- Элементы теории множеств. Понятие множества. Операции над множествами.

- Элементы теории вероятностей. Классическая теория вероятностей. Элементарное случайное событие. Случайное событие. Примеры.

- Элементы теории вероятностей. Аксиоматическая теория вероятностей (по А.Н. Колмогорову). Основные следствия аксиом теории вероятностей.

- Элементы теории вероятностей. Формула полной вероятности. Пример использования.

- Элементы теории вероятностей. Формула Байеса. Пример использования.

- Элементы теории информации. Понятие информации. Свойства информации. Энтропия как мера неопределённости. Определение количества информации по Шеннону. Примеры.

## 2 семестр:

1. Форма контроля – зачёт.

2. Форма проведения – устный ответ и работа за компьютером.

3. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию:

### Теоретические вопросы.

- Закон Вебера-Фехнера. Шкала измерения уровня громкости – децибел. Равномерно темперированный музыкальный строй.

- Эффект биения гармонических колебаний. Примеры проявления эффекта биения в музыкальных звуках.

- Изменчивость формы звуковой волны (речевого сигнала) в зависимости от акустической среды и расположения микрофона. Инвариантные информационные элементы звука, благодаря которым возможна передача информации с помощью звуковой волны.

- Разложение произвольных непрерывных математических функций в базе простейших математических функций. Ряды Тейлора. Практическое применение этих рядов.

- Ортонормированный базис в векторном пространстве. Скалярное умножение двух векторов. Определение координаты вектора в ортонормированном базисе с помощью скалярного произведения двух векторов.
- Ортонормированный базис в функциональном пространстве. Скалярное умножение двух функций. Определение координаты функции в ортонормированном базисе с помощью скалярного произведения двух функций.
- Ортонормированный базис гармонических функций, используемый в рядах Фурье. Доказать его ортонормированность.
- Разложение произвольных непрерывных математических функций в базисе гармонических функций. Ряды Фурье. Практическое применение этих рядов.
- Теорема Фурье. Доказательство того, что любой музыкальный звук и гласные звуки речи раскладываются на гармоники, кратные частоте основного тона звука.
- Графическое представление рядов Фурье в виде амплитудных спектров. Примеры спектров разных звуков.

#### Практические вопросы.

- Произвести идентификацию колокольчиков по цифровым фонограммам их звучания.
- Определить высоту звучания музыкальных звуков (определить взятые ноты) по цифровой фонограмме.
- На цифровой фонограмме зафиксировано одновременное звучание двух гармонических колебаний с частотами 1234 и 1243 Гц (амплитуды гармонических колебаний одинаковы). Какова будет итоговая частота колебания? И какова будет частота биения этих гармонических колебаний.
- Разложить функцию  $\sin(x)$  в ряд Тейлора.
- Разложить функцию  $\cos(x)$  в ряд Тейлора.
- Разложить функцию  $e^x$  в ряд Тейлора.
- Разложить функцию  $\ln(x)$  в ряд Тейлора.
- Построить график гармонической функции.
- Оценка различия громкости звуков по шкале децибел.

### **3 семестр:**

1. Форма контроля – Экзамен.
2. Форма проведения – устный ответ и работа за компьютером.
3. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию:

#### Теоретические вопросы.

- Комплексные числа. Операции с комплексными числами. Представление комплексных чисел в прямоугольной и в полярной системе координат.
- Теория вероятностей. Какие события изучает теория вероятностей? Понятие элементарного события и случайного события. Привести примеры.
- Аксиоматическое построение теории вероятностей.
- Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей.
- Независимые случайные события. Формула полной вероятности. Привести пример.



- Формула Байеса. Пример использования формулы Байеса.
- Элементы теории множеств. Алгебра теории множеств.
- Понятие информации. Элементы теории информации. Понятие энтропии. Оценка количества информации.
- Закон Вебера-Фехнера. Шкала измерения уровня громкости – децибел. Равномерно темперированный музыкальный строй.
- Эффект биения гармонических колебаний. Примеры проявления эффекта биения в музыкальных звуках.
- Изменчивость формы звуковой волны (речевого сигнала) в зависимости от акустической среды и расположения микрофона. Инвариантные информационные элементы звука, благодаря которым возможна передача информации с помощью звуковой волны.
- Разложение произвольных непрерывных математических функций в базе простейших математических функций. Ряд Тейлора. Ряд Фурье. Практическое применение этих рядов.
- Разложение звуковых сигналов в ряд Фурье. Представление произвольного звукового сигнала строго периодической формы в виде спектра простейших гармонических функций.
- Практические возможности и ограничения измерения частоты гармоник. Артефакты спектрального оценивания.
- Принцип неопределенности Гейзенберга. Использование взвешивающего окна Гаусса в спектральном оценивании частот гармонических колебаний.
- Широкополосные и узкополосные динамические спектрограммы и их использование в исследованиях следов артикуляции и интонации речи.
- Теорема Котельникова и шумы квантования, вносимые в оцифровываемый звуковой сигнал.

#### Практические вопросы.

- Представить выражение  $\ln(x+i*y)$  в виде комплексного числа в прямоугольной и в полярной системе координат.
- Представить выражение  $\ln(i)$  в виде комплексного числа в прямоугольной и в полярной системе координат.
- Представить выражение  $e^{i\varphi}$  в виде комплексного числа в прямоугольной и в полярной системе координат.
- Найти все корни уравнения:  $x^5+1=0$ .
- Имеются три игральные кости. Какова вероятность того, что сумма выпавших очков будет равна 11 (и 12)?
- Произвести идентификацию колокольчиков по цифровым фонограммам их звучания.
- Определить высоту звучания музыкальных звуков (определить взятые ноты) по цифровой фонограмме.
- На цифровой фонограмме зафиксировано одновременное звучание двух гармонических колебаний с частотами 1234 и 1243 Гц (амплитуды гармонических

колебаний одинаковы). Какова будет итоговая частота колебания? И какова будет частота биения этих гармонических колебаний.

- Разложить функцию  $\sin(x)$  в ряд Тейлора.
- Разложить функцию  $\cos(x)$  в ряд Тейлора.
- На разных участках оцифрованного речевого сигнала измерить значения резонансных частот речевого тракта и высоту голоса.
- Оценить количество потенциальной информации, содержащейся в конкретном сообщении.
- В каком сообщении содержится большее количество потенциальной информации: «Ему 27 лет» или «У него вчера был день рождения»?
- Как перенести компьютерную фонограмму телефонных переговоров на стандартный (бытовой) музыкальный компакт-диск (CD)?
- Имеется аудио-книга с общей длительностью звучания – 17 часов. Формат записи: MP3, частота АЦП – 44100 Гц, моно. Сколько понадобится отдельных стандартных музыкальных лазерных компакт-дисков CD (ёмкостью 700 мегабайт) для перезаписи этой аудио-книги, чтобы полученные диски можно было прослушивать на обычных бытовых музыкальных центрах (проигрывателях).
- Настроить цифровую динамическую спектрограмму (сонограмму) речевого сигнала таким образом, чтобы хорошо были видны треки резонансных частот речевого тракта.
- Настроить цифровую динамическую спектрограмму (сонограмму) речевого сигнала таким образом, чтобы хорошо были видны треки гармоник (обертонов) голоса.

**Заведующий выпускающей кафедрой**

Потапова Р.К.

---

*(подпись)*

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.