

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшая школа компьютерных наук и искусственного интеллекта

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы обработки и распознавания звука

Шифр: 02.03.02

**Направление подготовки: Фундаментальная информатика и информационные
технологии**

Профиль: Программная инженерия в искусственном интеллекте

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Лист согласования

Составитель: Верещагин Михаил Дмитриевич, PhD, директор Высшей школы компьютерных наук и искусственного интеллекта

Рабочая программа утверждена на заседании
Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 33 от «27» октября 2023 г.

Председатель Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В. Юров

Директор высшей школы компьютерных наук
и искусственного интеллекта

М.Д. Верещагин

Руководитель ОПОП ВО

С.С. Головин

Содержание

1. Наименование дисциплины «Методы обработки и распознавания звука».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Методы обработки и распознавания звука».

Целью курса «Методы обработки и распознавания звука» является изучение математических моделей и алгоритмов, лежащих в основе современных методов обработки звуковых, в первую очередь, речевых сигналов. Рассматриваются все этапы процесса обработки сигнала, начиная с предварительного анализа и выделения характерных признаков, и заканчивая построением классифицирующей или распознающей системы. Большое внимание уделено таким методам цифрового анализа сигналов, как скрытые модели Маркова, преобразование Фурье, вейвлет преобразование, искусственные нейронные сети, кластеризация, фильтрация и др. Проводится анализ современных распознающих систем и инструментария для их разработки. Помимо распознавания речевых сигналов, также рассматриваются другие актуальные задачи в области анализа звуковых сигналов, например, классификация музыкальных фрагментов, верификация и идентификация диктора и др.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции.	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-9. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	ПК-9.1. Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение» ПК-9.2. Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»	Знать: <ul style="list-style-type: none">• принципы построения систем обработки естественного языка, методы и технологии искусственного интеллекта для анализа естественного языка, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка» Уметь: <ul style="list-style-type: none">• применять методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию и поддержке системы искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой

		<p>субтехнологии «Обработка естественного языка»</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами и подходами к планированию и реализации проектов по созданию и поддержке системы искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Методы обработки и распознавания звука» представляет собой дисциплину Части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01) направления подготовки бакалавриата 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», профиль «Программная инженерия в искусственном интеллекте».

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной /

очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение в цифровую обработку звуковых сигналов.	Проблемы цифровой обработки звуковых сигналов и история систем распознавания речи. Цифровые модели звуковых сигналов
2	Выделение характерных признаков звуковых сигналов.	Непрерывное преобразование Фурье. Прямое и обратное Z-преобразование. Кодирование сигналов на основе линейного предсказания. Кепстральный анализ линейного и нелинейного масштаба. Билинейное преобразование. Вейвлет-преобразования. Частота основного тона и форманты. Определение вокализованных и невокализованных участков речевого сигнала. Методы разделения речи и пауз и особенности их реализации.
3	Усиление сигналов.	Шум. Модель сигнала и постановка задачи. Устранение шума с помощью фильтрации. Устранение шума на основе спектрального восстановления. Методы спектрального усиления. Статистические модели. Априорная оценка отношения сигнал/шум. Оценка спектра шума. Реверберация. Разделение речи и реверберации на основе гомоморфного преобразования.
4	Построение кодовой книги.	Основные понятия кластерного анализа. Алгоритмы и методы кластеризации. Формула Ланса-Вильямса. Теорема о монотонности. Алгоритм построения дендрограммы. Поточковые (субквадратичные) алгоритмы кластеризации.
5	N-грамм модели.	N-граммы. Обучающее и тестовое множества. Оценка N-грамм. Методы сглаживания. Метод Лапласа. Дисконтирование Гуда-Тьюринга. Интерполяция. Метод Катца.
6	Скрытые марковские модели (СММ).	Марковские цепи. Основы динамического программирования. Непрерывные и полунепрерывные скрытые модели Маркова. Оценка правдоподобия: прямой алгоритм. Алгоритм Витерби. Улучшение параметров модели (алгоритм Баума-Уэлча). Адаптация СММ для распознавания речевого сигнала. Модель Бакиса. Гауссовы смеси. Марковские модели с максимальной энтропией. Метод ожидания-максимизации. Определение числа состояний модели. Инициализация параметров. Переоценка параметров модели. Проверка построенных моделей на множествах из тестовой выборки. Методы повышения апостериорной вероятности распознавания.

		Встроенное обучение.
7	Многоканальная обработка речевых сигналов.	Решетки микрофонов. Оценка временной задержки и локализация источника. Слепое разделение сигналов. Модель разделения. Идентификация. Принципы разделения. Преимущества и недостатки временного и частотного разделения сигналов. Математическое представление поля акустической волны. Стереофония. Амбиофония.
8	Современные системы распознавания речи и инструментарий для их разработки.	Архитектура автоматических систем распознавания речи. Основные существующие системы распознавания речи и компьютерные среды их разработки.
9	Другие применения цифровой обработки звуковых сигналов.	Верификация и идентификация диктора. Определение изменений эмоционального состояния по речевому сигналу. Классификация музыкальных сигналов. Автоматическое определение языка. Использование невербальных элементов для повышения качества распознавания речи.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела	Тема лекции
1	Введение в цифровую обработку звуковых сигналов.	Лекция 1 Введение в цифровую обработку звуковых сигналов.
2	Выделение характерных признаков звуковых сигналов.	Лекция 2 Выделение характерных признаков звуковых сигналов.
3	Усиление сигналов.	Лекция 3 Усиление сигналов.
4	Построение кодовой книги.	Лекция 4 Построение кодовой книги.
5	N-грамм модели.	Лекция 5 N-грамм модели.
6	Скрытые марковские модели (СММ).	Лекция 6 Скрытые марковские модели (СММ).
7	Многоканальная обработка речевых сигналов.	Лекция 7 Многоканальная обработка речевых сигналов.
8	Современные системы распознавания речи и инструментарий для их разработки.	Лекция 8 Современные системы распознавания речи и инструментарий для их разработки.
9	Другие применения цифровой обработки звуковых сигналов.	Лекция 9 Другие применения цифровой обработки звуковых сигналов.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. Выделение характерных признаков звуковых сигналов.
2. Усиление сигналов.
3. Построение кодовой книги.
4. N-грамм модели.

5. Скрытые марковские модели (СММ).
6. Многоканальная обработка речевых сигналов.
7. Современные системы распознавания речи и инструментарий для их разработки.

Требования к самостоятельной работе обучающихся

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю

уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Введение в цифровую обработку звуковых сигналов.	ПК-9	Лабораторная работа
Выделение характерных признаков звуковых сигналов.	ПК-9	Лабораторная работа
Усиление сигналов.	ПК-9	Лабораторная работа
Построение кодовой книги.	ПК-9	Тесты
N-грамм модели.	ПК-9	Лабораторная работа
Скрытые марковские модели (СММ).	ПК-9	Лабораторная работа
Многоканальная обработка	ПК-9	Лабораторная работа

речевых сигналов.		
Современные системы распознавания речи и инструментарий для их разработки.	ПК-9	Лабораторная работа
Другие применения цифровой обработки звуковых сигналов.	ПК-9	Тест

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

тестирование

Примеры тестовых заданий

Для выполнения преобразования Фурье над сигналом необходимо выполнение условий:

- интеграл от модуля сигнала должен быть конечной величиной;
- отсутствие разрывов второго рода;
- конечное число разрывов первого рода;
- конечное число экстремумов;

Выберите неверные утверждения:

- если сигнал является вещественной функцией, то значения спектральной функции являются на частотах ω и $-\omega$ комплексно-сопряженными по отношению друг к другу;
- если сигнал – четная функция, то его спектральная функция является чисто вещественной;

Из свойства симметричности ДПФ следует:

- спектр сигнала содержит столько же информации, сколько сам сигнал;
- спектр сигнала содержит вдвое меньше информации по сравнению с самим сигналом;
- N комплексным отсчетам соответствует N комплексных отсчетов в частотной области;
- спектр является сопряжено-симметричным относительно N .

В каком случае целесообразно применять быстрое преобразование Фурье вместо дискретного преобразования Фурье:

- когда число отсчетов сигнала является степенью числа 2;
- в любом случае;
- когда число отсчетов сигнала четное;
- когда число отсчетов сигнала нечетное.

Как изменяется спектр относительно исходного для сигнала с запаздыванием?

- изменяется только фазовый спектр, а амплитудный спектр сигнала остается неизменным;
- изменяется амплитудный спектр сигнала, фазовый остается неизменным;
- изменяется как фазовый, так и амплитудный спектр;
- спектр не изменяется.

При дифференцировании амплитудный спектр исходного сигнала меняется следующим образом:

- высокие частоты ослабляются, а низкие усиливаются;
- низкие частоты ослабляются, а высокие усиливаются;
- происходит понижение уровня на всех частотах;
- происходит повышение уровня на всех частотах.

Алиасинг – это:

- преобразование модулированных колебаний высокой (несущей) частоты в колебания с частотой модулирующего сигнала
- эффект наложения спектров, возникающий в результате дискретизации сигнала с недостаточной частотой, в результате чего восстановление исходного сигнала становится невозможным
- способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.
- уменьшение частоты дискретизации дискретного во времени сигнала путем удаления его отсчетов.

Основной принцип адаптивной дискретизации:

- слежение за текущей погрешностью восстановления сигнала
- уменьшение частоты дискретизации дискретного во времени сигнала путем удаления его отсчетов.
- восстановление сигнала многочленами Тейлора
- восстановление сигнала с заданным допустимым значением погрешности

Децимация – это:

- преобразование модулированных колебаний высокой (несущей) частоты в колебания с частотой модулирующего сигнала
- эффект наложения спектров, возникающий в результате дискретизации сигнала с недостаточной частотой, в результате чего восстановление исходного сигнала становится невозможным
- способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.
- уменьшение частоты дискретизации дискретного во времени сигнала путем удаления его отсчетов.

Квантование – это:

- процесс преобразования отсчетов исходного сигнала в двоичные числа с конечным числом разрядов
- уменьшение частоты дискретизации дискретного во времени сигнала путем удаления его отсчетов
- процесс преобразование сигнала в последовательность отсчетов
- преобразование модулированных колебаний высокой (несущей) частоты в колебания с частотой модулирующего сигнала

Цифровой сигнал – это:

- сигнал, дискретный по времени
- сигнал, квантованный по уровню
- сигнал, непрерывный по времени
- сигнал, дискретный по времени и квантованный по уровню

Выберите верные утверждения:

- при передискретизации происходит изменение частоты дискретизации
- изменение частоты дискретизации в рациональное число раз представляет собой сочетание операций интерполяции и децимации
- интерполяция, децимация и алиасинг относятся к операциям передискретизации
- интерполяция и децимация – частные случаи передискретизации, при которых происходит изменение частоты дискретизации в нецелое число раз

Как соотносится вычислительная эффективность алгоритмов быстрого преобразования Фурье с прореживанием по времени и с прореживанием по частоте?

- алгоритм быстрого преобразования Фурье с прореживанием по времени является более эффективным
- алгоритм быстрого преобразования Фурье с прореживанием по частоте является более эффективным

- вычислительная эффективность обоих алгоритмов практически идентична
- данное соотношение зависит от исходной последовательности отсчетов

Для алгоритмов БПФ по основанию 2 характерно следующее:

- высокая эффективность
- минимальное количество умножений из всех возможных алгоритмов БПФ
- простота программной реализации
- «распараллеливание» при использовании жесткой логики

В каком алгоритме БПФ производится минимальное количество умножений?

- алгоритм по основанию 2
- алгоритм по основанию 4
- обобщенный алгоритм для произвольных длин
- алгоритм Виноградова

Для алгоритмов БПФ характерно следующее:

- когерентное накопление ошибок округления при умножении и сложении
- одновременный расчет всех спектральных отсчетов
- эффективность алгоритма определяется длиной последовательности отсчетов
- эффективность алгоритма определяется длиной последовательности отсчетов и способом ее разбиения и объединения

Если разложить в ряд Фурье нечетную функцию, то

$$S_n = \frac{1}{T} \int_a^b s(t) [\cos(n\Delta\omega t) - j \sin(n\Delta\omega t)] dt = A_n - jB_n$$

- Все значения $B(n\Delta\omega)$ будут равны нулю
- Все значения $A(n\Delta\omega)$ будут равны нулю
- Спектр будет иметь только действительную часть
- Спектр будет чисто мнимым

Что вносит наибольший вклад в проявление эффекта Гиббса

- Количество суммируемых членов (гармоник)
- Резкое нарушение монотонности функции
- Четность/нечетность функции
- Интервал, на котором производится преобразование

Разложение по ортонормированной системе базисных функций называется...

- Обобщенным рядом Фурье
- Сверткой
- Спектральной функцией сигнала
- Преобразованием Лапласа

Выберите правильную формулировку теоремы Котельникова

- Если непрерывный сигнал $u(t)$ имеет неограниченный спектр и наивысшая частота в спектре меньше, чем f герц, то сигнал $u(t)$ полностью определяется последовательностью своих мгновенных значений в дискретные моменты времени, отстоящие друг от друга не более чем на $1/(2f)$ секунд
- Если непрерывный сигнал $u(t)$ имеет ограниченный спектр и наивысшая частота в спектре меньше, чем f герц, то сигнал $u(t)$ полностью определяется последовательностью своих мгновенных значений в дискретные моменты времени, отстоящие друг от друга не менее чем на $1/(2f)$ секунд
- Если непрерывный сигнал $u(t)$ имеет ограниченный спектр и наивысшая частота в спектре

меньше, чем f герц, то сигнал $u(t)$ полностью определяется последовательностью своих мгновенных значений в дискретные моменты времени, отстоящие друг от друга не более чем на $2f$ секунд

- Если непрерывный сигнал $u(t)$ имеет ограниченный спектр и наивысшая частота в спектре меньше, чем f герц, то сигнал $u(t)$ полностью определяется последовательностью своих мгновенных значений в дискретные моменты времени, отстоящие друг от друга не более чем на $1/(2f)$ секунд

В настоящее время наиболее употребительные частоты дискретизации...

- 44100 Гц (стандарт для CD-аудио)
- 10400 Гц (стандарт для CD-аудио)
- 84000 Гц (основной стандарт для DAT)
- 48000 Гц (основной стандарт для DAT)

Запаздывание (сдвиг/смещение) по аргументу функции на интервале t_0 приводит к изменению фазочастотной функции спектра (фазового угла всех гармоник) на величину

- $-\omega t_0$, без изменения модуля (амплитудной функции) спектра
- $-\omega t_0$, с изменения модуля (амплитудной функции) спектра
- ωt_0 , с изменения модуля (амплитудной функции) спектра
- ωt_0 , без изменения модуля (амплитудной функции) спектра

К чему приводит сжатие (или расширение) сигнала в рядах Фурье?

- Прямому изменению ее фурье-образу и обратно пропорционально ее модулю
- Обратному изменению ее фурье-образу и обратно пропорционально ее модулю
- Обратному изменению ее фурье-образу и прямо пропорционально ее модулю
- Прямому изменению ее фурье-образу и прямо пропорционально ее модулю

Сформулируйте теорему запаздывания

- Запаздывание (сдвиг, смещение) сигнала по аргументу функции на интервал t_0 не приводит к изменению фазочастотной функции спектра с изменением модуля (амплитудной функции) спектра
- Запаздывание (сдвиг, смещение) сигнала по аргументу функции на интервал t_0 приводит к изменению фазочастотной функции спектра (фазового угла всех гармоник) на величину $-\omega t_0$ без изменения модуля (амплитудной функции) спектра
- Запаздывание (сдвиг, смещение) сигнала по аргументу функции на интервал t_0 приводит к изменению фазочастотной функции спектра (фазового угла всех гармоник) на величину $-\omega t_0$ с изменения модуля (амплитудной функции) спектра
- Запаздывание (сдвиг, смещение) сигнала по аргументу функции на интервал t_0 не приводит к изменению фазочастотной функции спектра без изменения модуля (амплитудной функции) спектра

Укажите какими свойствами в общем случае будет обладать сигнал, умноженный на гармоническую функцию

- Сигнал с гармонической частотой
- Радиосигнал
- Непериодический сигнал
- Сигнал останется без изменений

Оператор интегрирования ($1/j\omega$) в частотной области при $\omega > 1$

- Усиливает в амплитудном смысле высокие частоты
- Ослабляет в амплитудном смысле высокие частоты
- Усиливает в амплитудном смысле низкие частоты
- Ослабляет в амплитудном смысле низкие частоты

Воспроизведение ортогонального сигнала по выборкам может проводиться на основе...

- Ортогональных базисных функций
- Гармонических функций
- Неортогональных базисных функций
- Произвольных функций

Какие принципы лежат в основе быстрого преобразования Фурье?

- Уменьшение амплитуды
- Прореживание частоты
- Пирамидальный алгоритм
- Исключение произвольных членов ряда Фурье

В чем заключается пирамидальный алгоритм в быстром преобразовании Фурье?

- Исключаются повторные вычисления периодически повторяющихся членов ряда Фурье
- Добавляются новые члены ряда Фурье
- Исключаются половина членов ряда Фурье
- Исключается заданная часть членов ряда Фурье

Существует ли взаимосвязь между быстрым преобразованием Фурье и обратным быстрым преобразованием Фурье?

- Нельзя с уверенностью ничего сказать
- Ничего нельзя однозначно сказать
- Нет верного ответа
- Преобразования тождественны

Укажите сложность N-точечного быстрого преобразования Фурье

- $O(N \log(N))$
- $O(pN)$
- $O(N^p)$
- $O(N^2)$

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для итогового контроля

1. Проблемы цифровой обработки звуковых сигналов и история систем распознавания речи. Цифровые модели звуковых сигналов
2. Непрерывное преобразование Фурье. Прямое и обратное Z-преобразование. Кодирование сигналов на основе линейного предсказания. Кепстральный анализ линейного и нелинейного масштаба. Билинейное преобразование.
3. Вейвлет-преобразования. Частота основного тона и форманты. Определение вокализованных и невокализованных участков речевого сигнала. Методы разделения речи и пауз и особенности их реализации.
4. Шум. Модель сигнала и постановка задачи. Устранение шума с помощью фильтрации.

Устранение шума на основе спектрального восстановления. Методы спектрального усиления.

5. Статистические модели. Априорная оценка отношения сигнал/шум. Оценка спектра шума.
6. Реверберация. Разделение речи и реверберации на основе гомоморфного преобразования.
7. Основные понятия кластерного анализа. Алгоритмы и методы кластеризации. Формула Ланса-Вильямса.
8. Теорема о монотонности. Алгоритм построения дендрограммы. Поточковые (субквадратичные) алгоритмы кластеризации.
9. N-граммы. Обучающее и тестовое множества. Оценка N-грамм. Методы сглаживания. Метод Лапласа. Дисконтирование Гуда-Тьюринга. Интерполяция. Метод Катца.
10. Марковские цепи. Основы динамического программирования. Непрерывные и полунепрерывные скрытые модели Маркова. Оценка правдоподобия: прямой алгоритм. Алгоритм Витерби.
11. Улучшение параметров модели (алгоритм Баума-Уэлча). Адаптация СММ для распознавания речевого сигнала. Модель Бакиса. Гауссовы смеси.
12. Марковские модели с максимальной энтропией.
13. Метод ожидания-максимизации. Определение числа состояний модели. Инициализация параметров. Переоценка параметров модели. Проверка построенных моделей на множествах из тестовой выборки.
14. Методы повышения апостериорной вероятности распознавания. Встроенное обучение.
15. Решетки микрофонов. Оценка временной задержки и локализация источника. Слепое разделение сигналов. Модель разделения. Идентификация. Принципы разделения.
16. Преимущества и недостатки временного и частотного разделения сигналов.
17. Математическое представление поля акустической волны. Стереофония. Амбиофония.
18. Архитектура автоматических систем распознавания речи. Основные существующие системы распознавания речи и компьютерные среды их разработки.
19. Верификация и идентификация диктора. Определение изменений эмоционального состояния по речевому сигналу.
20. Классификация музыкальных сигналов. Автоматическое определение языка. Использование невербальных элементов для повышения качества распознавания речи.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенны	Творческая	Включает	отлично	зачтен	86-100

й	деятельность	нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий		о	
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать пр	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		Неудовлетворительно	Незачтен	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для

освоения дисциплины.

Основная литература

1. Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. - 356 с. - ISBN 978-5-9912-0611-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1195562> (дата обращения: 18.11.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Попов, О. Б. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания: Учебное пособие для вузов / Попов О.Б., Рихтер С.Г., - 2-е изд., стер. - Москва :Гор. линия-Телеком, 2015. - 342 с. (Учебное пособие для высших учебных заведений)ISBN 978-5-9912-0289-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/896297> (дата обращения: 18.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Аллен Б., Д. Дауни, Аллен Б. Think DSP. Цифровая обработка сигналов на Python / Аллен Б. Дауни ; пер. с англ. А.Э. Бряндинский. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 160 с. - ISBN 978-5-97060-454-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027527> (дата обращения: 18.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладовконференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- ЭБС IBOOKS.RU
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантиана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;

- корпоративная платформа;
- установленное на рабочих местах обучающихся ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- Visual Studio Community Интегрированная среда разработки ПО. Свободно-распространяемое ПО
- PyCharm Community Интегрированная среда разработки ПО. Свободно-распространяемое ПО
- Anaconda Интегрированная среда разработки ПО. Свободно-распространяемое ПО

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.