

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Факультет вычислительной математики и кибернетики

**УТВЕРЖДАЮ**  
декан факультета вычислительной  
математики и кибернетики

  
/И.А. Соколов /  
«27» сентября 2022г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

Методы обработки и распознавания звука

---

**Уровень высшего образования:**

бакалавриат

**Направление подготовки / специальность:**

01.03.02 "Прикладная математика и информатика" (3++)

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Искусственный интеллект и анализ данных

**Форма обучения:**

очная

Рассмотрен и утвержден

на заседании Ученого совета факультета ВМК

(протокол №7, от 27 сентября 2022 года)

Москва 2022

# 1. ФОРМЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

В процессе и по завершении изучения дисциплины оценивается формирование у студентов следующих компетенций:

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
Содержание и код компетенции.	Индикатор (показатель) достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с индикаторами достижения компетенций
ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	ПК-5.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач ПК-5.3. Создает, поддерживает и использует системы искусственного интеллекта, включающие разработанные модели и методы, с применением выбранных инструментов машинного обучения	знать основные понятия, концепции, проблемы и перспективы разработки математических моделей и программного обеспечения для автоматической обработки звуковых, в первую очередь, речевых сигналов;  уметь применять на практике математические методы и программные средства для цифровой обработки и анализа сигналов;  владеть основными подходами к построению математических моделей и разработке программного обеспечения для выполнения цифровой обработки сигналов различного вида, а также их последующего анализа.

## 1.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем оценки результатов выполнения заданий практических (семинарских) занятий, самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом и посещения занятий/активность на занятиях.

В качестве оценочных средств текущего контроля успеваемости предусмотрены:

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

$O(N \log(N))$

$O(pN)$

$O(Np)$

$O(N^2)$

## 1.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета

В качестве средств, используемых на промежуточной аттестации предусматривается:

Билеты

## 1.3. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

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. Поточные (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.



## 2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: приведены в п. 1.2.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: приведены в п. 1.2.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки</b> (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: приведены в п. 1.2..)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач