Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Министерство науки, высшего образования и инноваций
Кыргызской Республики

Межгосударственная образовательная организация высшего образования Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Кафедра Информационных и вычислительных технологий

Фонд
оценочных средств

по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
09.04.04 - РФ, 710400 - КР Программная инженерия
(код и наименование направления подготовки)

Квалификация
магистр

2025

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки 09.03.04 – РФ, 710400 - КР «Программная инженерия» по дисциплине *« Цифровая обработка сигналов»*.

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры Информационных и вычислительных технологий протокол № 1 от 03.09.2025 г.

Заведующий кафедрой
д.т.н., проф. Лыченко Н.М.

Исполнители (разработчики):

К.т.н., доцент каф. ИВТ Верзунов С.Н.

К.т.н., доцент. каф. ИВТ Осмонов М.С.

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана ЕТФ Комарцов Н.М.

Раздел 1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины/практики

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе Тесты, практические работы.
ПК-4: Владение навыками создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов	**Знать:** методы создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов.	**Блок А –** задания репродуктивного уровня - Тесты
	Уметь: использовать методы создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов	**Блок В** – задания реконструктивного уровня - Практические задания
	Владеть: методами и средствами создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов с помощью современных компьютерных технологий	**Блок С** – задания практико-ориентированного и/или исследовательского уровня - Практические задания

Раздел 2. Технологическая карта дисциплины Цифровая обработка сигналов

Курс 1 , семестр 1, Количество ЗЕ -4, Отчетность – экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	**Контроль**	**Форма контроля**	**зачетный**	**зачетный**	**График**
1. Дискретные и цифровые сигналы и системы. Методы математического описания и анализа	текущий	Сдача практической работы №1	5	8	5
	рубежный	Тест №1	5	8	5
2. Рекурсивные и не рекурсивные цифровые фильтры. Методы структурной реализации и синтеза	текущий	Сдача практической работы №2	5	9	9
	рубежный	Тест №2	5	9	9
3. Методы цифровой	текущий	Сдача практической работы №3	5	9	13

фильтрации и спектрально-корреляционного анализа сигналов на основе ДПФ	рубежный	Тест №3	5	9	13
4. Специальные методы и приложения цифровой обработки сигналов	текущий	Сдача практической работы №4	5	9	17
	рубежный	Тест №4	5	9	17
ВСЕГО за семестр			40	70	18
Промежуточный контроль (Экзамен)			20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

Раздел 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине (оценочные средства)

Блок А

Контрольные вопросы к практическим работам

Практическая работа 1. АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

- Что такое операция свертки в контексте обработки изображений?
- Какова роль матрицы-маски в операции свертки?
- Как изменение размера и вида матрицы-маски влияет на результат свертки?
- Как работает алгоритм сглаживания изображений с использованием матрицы-маски 3x3?
- Почему использование матрицы-маски для сглаживания помогает в подавлении шумов?
- Объясните, как матрицы-маски используются для подчеркивания контуров в изображении.
- Какие виды матриц-масок применяются для выделения контуров и почему?
- Что такое медианный фильтр и как он применяется для подавления точечных и импульсных помех?
- В чем принципиальное отличие медианного фильтра от среднего (усредненного) фильтрования?
- Как реализуется алгоритм тиснения на основе матрицы-маски?
- Почему после обработки ядром тиснения к пикселям добавляется значение 128?
- Каковы основные шаги в применении акварельного фильтра к изображению?
- Почему для сглаживания цветов в акварельном фильтре используется медианное усреднение цвета?

Практическая работа 2. СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

- Что понимается под сегментацией изображений в области обработки изображений?
- Каковы основные цели сегментации изображений?
- Перечислите и кратко опишите основные методы сегментации изображений.
- В чем различие между пороговой сегментацией и сегментацией на основе регионов?
- Как работает пороговая сегментация? На каком принципе она основана?
- Как выбрать пороговое значение для сегментации изображения?
- Что такое сегментация на основе регионов и как она реализуется?
- Какие алгоритмы используются для сегментации на основе регионов и в чем их особенности?
- Как гистограммы используются в процессе сегментации изображений?
- Объясните принцип работы метода Оцу для автоматического определения порогового значения сегментации на основе гистограммы.
- Как морфологические операции применяются в сегментации изображений?

- Приведите примеры морфологических операций, используемых для улучшения результатов сегментации.
- Какие алгоритмы машинного обучения могут применяться для сегментации изображений?
- В чем преимущества использования глубокого обучения для сегментации изображений по сравнению с традиционными методами?
- Какие метрики и методы используются для оценки качества сегментации изображений?
- Каковы возможные проблемы и ограничения при сегментации изображений и как их можно преодолеть?

Практическая работа 3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ

- Что такое преобразование Фурье и для чего оно используется в обработке изображений?
- Каковы основные различия между дискретным и непрерывным преобразованием Фурье?
- Как преобразование Фурье позволяет анализировать частотные составляющие сигнала или изображения?
- В чем заключается основное математическое выражение для преобразования Фурье?
- Объясните, как выполняется дискретное преобразование Фурье для цифровых изображений.
- Каковы свойства и характеристики изображения в частотной области после применения ДПФ?
- Чем быстрое преобразование Фурье отличается от дискретного, и какие преимущества оно предоставляет?
- В каких случаях использование БПФ особенно эффективно?
- Какие виды фильтров могут применяться в частотной области, и как они влияют на изображение?
- Приведите примеры использования низкочастотных и высокочастотных фильтров в обработке изображений.
- Для чего нужно обратное преобразование Фурье в контексте обработки изображений?
- Опишите процесс восстановления изображения из его частотного представления с помощью обратного преобразования Фурье.
- В каких областях обработки изображений преобразование Фурье находит наибольшее применение?
- Как преобразование Фурье используется для анализа текстур и устранения шума в изображениях?
- Как интерпретировать частотное представление изображения после применения преобразования Фурье?
- Какие типичные особенности и аномалии можно обнаружить в частотной области изображения?

Практическая работа 4. ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

1. **Основы вейвлет-преобразования**
   - Что такое вейвлет-преобразование и в чем его особенность по сравнению с преобразованием Фурье?
   - Какие задачи обработки изображений могут быть решены с помощью вейвлет-преобразования?
2. **Типы вейвлетов**
   - Опишите различия между непрерывным и дискретным вейвлет-преобразованиями.
   - Перечислите несколько примеров вейвлетов и их применения в обработке изображений.
3. **Многоуровневое вейвлет-преобразование**

- Что такое многоуровневое вейвлет-преобразование и для чего оно используется?
- Как в многоуровневом вейвлет-преобразовании осуществляется разложение изображения на уровни?

4. **Фильтрация с использованием вейвлетов**
   - Как осуществляется фильтрация изображений с применением вейвлет-преобразования?
   - В чем преимущества вейвлет-фильтрации по сравнению с традиционными методами?
5. **Сжатие изображений с вейвлетами**
   - Объясните, как вейвлет-преобразование применяется для сжатия изображений.
   - Какие факторы влияют на качество и степень сжатия при использовании вейвлетов?
6. **Обработка и анализ изображений**
   - Как вейвлет-преобразование применяется для улучшения качества изображений или их анализа?

Вопросы для теста

Модуль 1

Вопрос 1: Что такое дискретный сигнал?
- A) Сигнал, который может принимать любое значение в непрерывном диапазоне.
- B) Сигнал, значения которого определены только в определенные моменты времени.
- C) Сигнал, передающий данные через аналоговые каналы связи.
- D) Сигнал, который не изменяется со временем.

Вопрос 2: Какой метод чаще всего используется для анализа цифровых сигналов?
- A) Метод максимального правдоподобия
- B) Z-преобразование
- C) Преобразование Лапласа
- D) Вейвлет-преобразование

Вопрос 3: Что такое импульсная характеристика системы?
- A) Отклик системы на единичный импульс.
- B) Максимальное значение сигнала, которое может обработать система.
- C) Диапазон частот, в пределах которого система может функционировать.
- D) Время, необходимое сигналу для прохождения через систему.

Вопрос 4: Какова основная цель применения преобразования Фурье в обработке сигналов?
- A) Ускорение передачи сигнала
- B) Уменьшение размера данных
- C) Анализ спектрального состава сигнала
- D) Повышение четкости изображений

Вопрос 5: Что представляет собой дискретизация сигнала?
- A) Преобразование аналогового сигнала в цифровой путем измерения его значения в определенные моменты времени.
- B) Процесс фильтрации сигнала для удаления шума.
- C) Увеличение амплитуды сигнала.
- D) Сжатие сигнала для уменьшения объема данных.

Вопрос 6: Какие из следующих утверждений верны для системы с линейной фазой?
- A) Входной и выходной сигналы имеют одинаковую фазу.
- B) Фазовый сдвиг не зависит от частоты.
- C) Фазовый сдвиг пропорционален частоте.
- D) Все вышеуказанные утверждения верны.

Вопрос 7: Что такое квантование сигнала?

- A) Процесс определения частотных компонентов сигнала.
- B) Преобразование сигнала из цифровой формы в аналоговую.
- C) Процесс присвоения дискретным отсчетам сигнала фиксированных уровней амплитуды.
- D) Уменьшение времени задержки сигнала в системе.

Вопрос 8: Какова функция оконной функции в цифровой обработке сигналов?

- A) Повышение амплитуды сигнала
- B) Устранение эффекта размытия при преобразовании Фурье
- C) Ограничение длительности сигнала и уменьшение утечки спектра
- D) Автоматическая коррекция ошибок

Вопрос 9: Что такое свертка?

- A) Процесс умножения двух матриц.
- B) Операция, характеризующая взаимосвязь между входным сигналом и импульсной характеристикой системы.
- C) Преобразование, повышающее частоту сигнала.
- D) Фильтрация шума из сигнала.

Вопрос 10: Что такое фильтр нижних частот?

- A) Устройство для увеличения амплитуды высокочастотных компонентов сигнала.
- B) Устройство, пропускающее частоты ниже определенной границы и подавляющее частоты выше этой границы.
- C) Фильтр, удаляющий шум из сигнала.
- D) Устройство для ускорения передачи данных.

Модуль 2

Вопрос 1: Что характеризует рекурсивный цифровой фильтр?

- A) Использование только входных сигналов для определения выходного сигнала.
- B) Использование как входных, так и предыдущих выходных сигналов для определения текущего выходного сигнала.
- C) Отсутствие обратной связи в фильтре.
- D) Фиксированная структура, не зависящая от типа обрабатываемого сигнала.

Вопрос 2: Какое утверждение верно для не рекурсивных цифровых фильтров?

- A) Они могут вызывать эффект звона из-за своих обратных связей.
- B) Они используют предыдущие выходные сигналы для формирования текущего выхода.
- C) Они базируются только на текущих и предыдущих входных сигналах, без использования предыдущих выходных.
- D) Они обычно требуют больше памяти и вычислительной мощности, чем рекурсивные фильтры.

Вопрос 3: Какой метод используется для синтеза рекурсивных цифровых фильтров?

- A) Метод окон
- B) Билинейное преобразование
- C) Метод прямоугольников
- D) Вейвлет-преобразование

Вопрос 4: Чем отличается прямая форма I от прямой формы II в реализации цифровых фильтров?

- A) Прямая форма I использует меньше памяти.
- B) Прямая форма II имеет меньшую вычислительную сложность.
- C) Прямая форма II обеспечивает более высокую стабильность фильтра.

- D) Прямая форма I требует меньше коэффициентов фильтра для реализации.

Вопрос 5: Какая особенность характерна для FIR-фильтров (не рекурсивных)?
- A) Возможность возникновения бесконечного отклика
- B) Всегда стабильны независимо от коэффициентов
- C) Могут иметь нулевую фазу
- D) Требуют обратной связи для работы

Вопрос 6: Что такое "линейная фаза" в контексте цифровых фильтров?
- A) Фазовый сдвиг, пропорциональный частоте, без изменения амплитуды сигнала.
- B) Состояние, при котором фильтр усиливает все частотные компоненты одинаково.
- C) Фазовый сдвиг, который происходит только на низких частотах.
- D) Характеристика, уникальная для нелинейных фильтров.

Вопрос 7: Какая структура используется для минимизации влияния конечной точности арифметики при реализации цифровых фильтров?
- A) Каскадная структура
- B) Параллельная структура
- C) Каноническая структура
- D) Структура с прямым разветвлением

Вопрос 8: Что обозначает термин "затухание в полосе подавления" при описании характеристик цифрового фильтра?
- A) Уровень усиления сигнала в полосе пропускания
- B) Уровень уменьшения амплитуды сигнала в полосе подавления
- C) Скорость перехода от полосы пропускания к полосе подавления
- D) Временной интервал между входным и выходным сигналом

Вопрос 9: Какая особенность IIR-фильтров (рекурсивных) требует особого внимания при их проектировании?
- A) Они могут быть нестабильными при некоторых значениях коэффициентов.
- B) Они всегда требуют больше времени для обработки сигнала.
- C) Они не способны обеспечить линейную фазу.
- D) Они не могут эффективно подавлять шумы.

Вопрос 10: Какое преимущество имеют цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (FIR) по сравнению с фильтрами с бесконечной импульсной характеристикой (IIR)?
- A) FIR-фильтры могут иметь нелинейную фазу, что улучшает характеристики фильтра.
- B) FIR-фильтры могут обеспечивать абсолютную стабильность, в то время как IIR-фильтры могут стать нестабильными.
- C) IIR-фильтры требуют меньше вычислительных ресурсов, чем FIR-фильтры.
- D) FIR-фильтры не способны на эффективное подавление шумов, в отличие от IIR-фильтров.

Модуль 3

Вопрос 1: Что такое дискретное преобразование Фурье (ДПФ)?
- A) Метод для измерения частотных характеристик аналогового сигнала.
- B) Процесс перехода от временного представления сигнала к его представлению в частотной области.
- C) Техника для ускорения передачи данных в цифровых системах.
- D) Алгоритм для сжатия аудио и видео данных.

Вопрос 2: Для чего применяется ДПФ в цифровой обработке сигналов?

- A) Для увеличения амплитуды сигнала.
- B) Для коррекции ошибок в данных.
- C) Для анализа спектрального состава и выявления корреляций в сигнале.
- D) Для передачи данных на большие расстояния.

Вопрос 3: Каковы основные преимущества использования ДПФ для анализа сигналов?

- A) Повышение четкости сигнала и уменьшение его размера.
- B) Возможность быстрого преобразования больших объемов данных и упрощение анализа частотных компонент.
- C) Улучшение качества звука и изображения.
- D) Уменьшение потребления электроэнергии при обработке сигналов.

Вопрос 4: Какое утверждение верно относительно цифровой фильтрации сигналов?

- A) Цифровая фильтрация не может быть выполнена в частотной области.
- B) Цифровая фильтрация используется только для удаления шума из сигнала.
- C) Цифровая фильтрация включает процессы, такие как сглаживание, усиление определенных частот и подавление других.
- D) Цифровая фильтрация не влияет на фазовые характеристики сигнала.

Вопрос 5: Что такое корреляционный анализ в контексте обработки сигналов?

- A) Процесс усиления определенных частот в сигнале.
- B) Метод определения степени схожести (корреляции) между двумя сигналами.
- C) Техника для определения максимальной амплитуды сигнала.
- D) Алгоритм для распознавания образов в сигналах.

Вопрос 6: Как влияет оконная функция на результат ДПФ?

- A) Оконная функция уменьшает количество вычислений, необходимых для ДПФ.
- B) Применение оконной функции позволяет точнее анализировать спектральный состав сигнала на коротких интервалах.
- C) Оконная функция увеличивает амплитуду сигнала перед преобразованием.
- D) Оконная функция не оказывает никакого влияния на результат ДПФ.

Вопрос 7: Что означает термин "быстрое преобразование Фурье" (БПФ)?

- A) Процесс увеличения скорости передачи данных.
- B) Метод сжатия данных без потерь.
- C) Оптимизированный алгоритм для выполнения ДПФ, уменьшающий количество необходимых вычислений.
- D) Техника для ускорения загрузки веб-страниц.

Вопрос 8: Как называется процесс возврата из частотной области во временную?

- A) Инверсное ДПФ (IDПФ)
- B) Обратное быстрое преобразование Фурье (ОБПФ)
- C) Дискретное косинусное преобразование (ДКП)
- D) Оба ответа A и B верны

Вопрос 9: Какая основная цель спектрального анализа сигналов?

- A) Определение временных интервалов в сигнале.
- B) Изучение амплитудно-частотных характеристик для выявления составляющих частот.
- C) Повышение скорости передачи данных.
- D) Уменьшение размера файлов для хранения данных.

Вопрос 10: Что представляет собой фазовый спектр сигнала?

- A) График, показывающий зависимость амплитуды от времени.

- B) Распределение амплитуд сигнала по частотам.
- C) График, отображающий изменение фазы сигнала в зависимости от частоты.
- D) Визуализация скорости изменения амплитуды во времени.

Модуль4

Вопрос 1: Что такое адаптивная фильтрация?
- A) Процесс, при котором фильтр автоматически изменяет свои параметры в ответ на изменения во входном сигнале.
- B) Фильтрация, использующая фиксированные параметры для обработки всех сигналов.
- C) Метод, применяемый только для фильтрации звуковых сигналов.
- D) Процесс усиления сигнала путем увеличения его амплитуды.

Вопрос 2: Для чего используется метод вейвлет-преобразования?
- A) Для кодирования видео в высоком разрешении.
- B) Для быстрой передачи данных без потерь.
- C) Для анализа и обработки сигналов на разных масштабах или разрешениях.
- D) Только для удаления шума из музыкальных записей.

Вопрос 3: Что представляет собой пространственно-временная фильтрация?
- A) Фильтрация, которая учитывает только временные аспекты сигнала.
- B) Процесс, при котором анализируются как пространственные, так и временные характеристики сигнала.
- C) Техника, используемая исключительно в астрономии.
- D) Метод, применяемый только для цветных изображений.

Вопрос 4: Какое приложение цифровой обработки сигналов используется в медицине?
- A) Автоматическое определение цен на акции.
- B) Обработка и анализ медицинских изображений, таких как МРТ и КТ.
- C) Прогнозирование погоды.
- D) Создание цифровой музыки.

Вопрос 5: Что такое сжатие данных?
- A) Увеличение объема данных для улучшения качества изображения.
- B) Процесс, в ходе которого уменьшается размер данных за счет устранения избыточности.
- C) Метод, увеличивающий скорость интернет-соединения.
- D) Технология, используемая исключительно для текстовых файлов.

Вопрос 6: Какая технология используется для распознавания речи?
- A) Фильтрация высоких частот.
- B) Билинейное преобразование.
- C) Глубокое обучение и нейронные сети.
- D) Прямое дискретное преобразование.

Вопрос 7: Чем характеризуется метод фазовой автокорреляции?
- A) Используется для определения фазовых сдвигов между сигналами.
- B) Применяется только в радиотехнике для улучшения сигнала.
- C) Метод, позволяющий увеличить яркость изображений.
- D) Техника для ускорения загрузки веб-страниц.

Вопрос 8: Какова цель использования модуляции в цифровой обработке сигналов?
- A) Для передачи сигнала на большое расстояние без потерь.
- B) Для изменения характеристик сигнала с целью его передачи через определенный канал.
- C) Только для увеличения громкости аудиосигналов.
- D) Для улучшения качества изображения за счет увеличения контрастности.

Вопрос 9: Что такое системы реального времени в контексте цифровой обработки сигналов?

- A) Системы, которые анализируют и обрабатывают сигналы с задержкой.
- B) Системы, предназначенные для обработки и анализа сигналов в условиях, когда время ответа критично.
- C) Технологии, используемые только в видеоиграх.
- D) Системы, которые используются исключительно в телекоммуникациях.

Вопрос 10: Какие алгоритмы используются для устранения эффекта "красных глаз" на фотографиях?

- A) Алгоритмы, основанные на глубоком обучении.
- B) Простые алгоритмы увеличения контрастности.
- C) Специализированные алгоритмы обнаружения и коррекции красного цвета в области глаз.
- D) Алгоритмы увеличения резкости изображения.

Блоки B и C

Практические задания

Практическая работа 1. АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Задание 1.1

Реализовать алгоритм, выполняющий операцию свертки исходного изображения с матрицей-маской. Размер и вид матрицы-маски задаются пользователем. Используйте следующие матрицы маски для реализации различных алгоритмов обработки изображений:

- ✓ для сглаживания и подавления шумов в изображении используют матрицу-маску размером 3x3 следующего вида:

$$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \tag{1.1}$$

- ✓ для подчеркивания контуров используются матрицы-маски следующего вида:

$$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 17 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \tag{1.2}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \tag{1.3}$$

- ✓ для выделения контуров используются маски следующего вида:

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \tag{1.4}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (1.5)$$

Задание 1.2

Реализовать медианный фильтр, использующийся для подавления точечных и импульсных помех. Пиксел изображения и его соседи в рассматриваемой области выстраиваются в вариационный ряд (по возрастанию или убыванию значений пикселов) и отбирается центральное значение этого вариационного ряда как новое значение пиксела. Результатом усредненного фильтрования является то, что любой случайный шум, содержащийся в изображении, будет эффективно устранен (рисунок 1.7).

Это происходит потому, что любое случайное резкое изменение в интенсивности пиксела в пределах рассматриваемой области будет сортироваться, т. е. оно будет помещаться либо на вершину, либо на нижнюю часть сортированных значений этой области и не будет учитываться, так как для нового значения элементов всегда отбирается центральное значение.

Задание 1.3

Реализовать алгоритм тиснения. Тиснение делается аналогично алгоритмам усреднения или подчеркивания контуров. Каждый пиксел в изображении обрабатывается ядром (матрицей-маской) тиснения размером 3 x 3:

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

После того, как значение пиксела обработано ядром тиснения, к нему прибавляется 128. Таким образом, значением фоновых пикселов станет средний серый цвет (красный = 128, зеленый = 128, синий = 128). Суммы, превышающие 255, можно округлить до 255. В тисненом варианте изображения контуры кажутся выдавленными над поверхностью. Направление подсветки изображения можно изменять, меняя позиции 1 и –1 в ядре. Если, например, поменять местами значения 1 и –1, то реверсируется направление подсветки

Задание 1.4

Акварелизация изображения. Акварельный фильтр преобразует изображение, и после обработки оно выглядит так, как будто написано акварелью (рисунок 1.9).

Первый шаг в применении акварельного фильтра – сглаживание цветов в изображении. Одним из способов сглаживания является применение медианнного усреднения цвета в каждой точке. Значение цвета каждого пиксела и его 24 соседей (размер матрицы-маски равен 10 x 10) выстраиваются в вариационный ряд по убыванию или возрастанию. Медианное (тринадцатое) значение цвета в вариационном ряде присваивается центральному пикселу.

Практическая работа 2. СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Сегментация изображений с помощью порогов

Задание 2.1

1. Построить гистограммы по трем (RGB) составляющим изображения. По оси абсцисс откладывается значение составляющей, а по оси ординат количество пикселов, имеющих соответствующее значение составляющей. При необходимости провести сглаживание гистограммы:

$$\hat{g}_i = \frac{1}{n}\sum_{-n/2}^{n/2} g_{i+j},$$

где $\hat{g}_i$ – новое значение столбца гистограммы;

n – ширина фильтра сглаживания.

1. По гистограмме определить значение порогов сегментации: значения порогов по каждой составляющей R, G и B определяются по локальным минимумам гистограмм; значения составляющих изображения, лежащие в пределах между двумя минимумами гистограммы, можно отнести к одной области (сегменту) изображения.
2. Однородные области изображения окрасить в псевдоцвета.

Динамическая сегментация изображений

Задание 2.2

Реализовать метод сегментации изображения с динамически изменяющимся порогом, суть которого заключается в следующем:

1. В первую очередь необходимо определить приемлемый диапазон изменений P цвето-яркостных характеристик элементов изображения (пикселов), который будет служить критерием принадлежности пикселов одному сегменту.
2. Разбиение на сегменты начинается с того, что фиксируется определенный пиксел, который рассматривается как элемент сегмента.
3. Затем рассматриваются элементы, граничащие с сегментом (на первом проходе сегмент состоит из единственного фиксированного пиксела).
4. Вычисляется так называемая «базовая яркость» или «базовый цвет» по формуле:

$$I_i^b = \frac{1}{i}\sum_{j=1}^{i} I_j,$$

где I_j – яркость (цветовая характеристика) пиксела j.

На первом шаге – это значение яркости (цветовой характеристики) первого пиксела.

5. Вычисляется критерий принадлежности очередного граничного элемента к сегменту:

$$\left|I_i^b - I_i\right| \le P. \qquad (2.1)$$

Если неравенство выполняется, то рассматриваемый элемент изображения приписывается сегменту.

6. Пункты 3–5 выполняются до тех пор, пока существуют граничащие с сегментом элементы изображения, удовлетворяющие критерию (2.1). Формирование сегмента завершается, если не окажется ни одного такого элемента.
7. Затем начинается формирование нового сегмента с фиксации пиксела, не принадлежащего ни одному из вновь образованных сегментов. Предыдущие шаги выполняются до тех пор, пока не будут рассмотрены все пикселы изображения.
8. Для цветного изображения может быть применен следующий критерий объединения пикселов в сегменты:

$$\sqrt{(R_c - R)^2 + (G_c - G)^2 + (B_c - B)^2} \le P,$$

где $R_cG_cB_c$ – базовый цвет сегмента и RGB – цвет тестируемого пиксела.

Практическая работа 3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ

Дискретное преобразование Фурье (Discrete Fourier Transform) – это одно из преобразований Фурье, широко применяемых в алгоритмах цифровой обработки сигналов (его модификации применяются в сжатии звука в MP3, сжатии изображений в JPEG и др.), а также в других областях, связанных с анализом частот в дискретном (к примеру, оцифрованном аналоговом) сигнале. Дискретное преобразование Фурье требует в качестве входа дискретную функцию. Такие функции часто создаются путем дискретизации (выборки значений из непрерывных функций). Дискретные преобразования Фурье помогают решать дифференциальные уравнения в частных производных и выполнять такие операции, как свертки. Дискретные преобразования Фурье также активно используются в статистике, при анализе временных рядов.

Формулы преобразований

Прямое преобразование:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} kn}, k = 0, \ldots, N-1. \tag{3.1}$$

Обратное преобразование:

$$x_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} X_n e^{\frac{2\pi i}{N} kn}, k = 0, \ldots, N-1, \tag{3.2}$$

где N – количество значений дискретного сигнала;

x_n, $n = 0, \ldots, N-1$ – измеренные значения сигнала (в дискретных временных точках с номерами $n = 0, \ldots, N-1$, которые являются входными данными для прямого преобразования и выходными для обратного;

$X_k, k = 0, \ldots, N-1$ – N комплексных амплитуд синусоидальных сигналов, слагающих исходный сигнал; являются выходными данными для прямого преобразования и входными для обратного; поскольку амплитуды комплексные, то по ним можно вычислить одновременно и модуль и фазу.

Тогда $|X_n|$ – обычная (вещественная) амплитуда k-го синусоидального сигнала;

$arg(X_n)$ – фаза n-го синусоидального сигнала (аргумент комплексного числа);

n – индекс частоты. Частота n-го сигнала равна n/T, T – период времени, в течение которого брались входные данные.

Из последнего видно, что преобразование раскладывает сигнал на синусоидальные составляющие (которые называются гармониками) с частотами от N колебаний за период до одного колебания за период, графическое изображение которых называется периодограммой. Поскольку частота дискретизации сама по себе равна N отсчетов за период, то высокочастотные составляющие не могут быть корректно отображены – возникает муаровый эффект. Это приводит к тому, что вторая половина из N комплексных амплитуд фактически является зеркальным отображением первой и не несет дополнительной информации.

Задание 3.1

Построить периодограммы модельного ряда, заданного формулой:

$$X(t) = \cos(2\pi t / 10 + 1) + \\ + \cos(2\pi t / 40 + \pi / 2), t = 0, 0.7, \ldots t < 480. \tag{3.3}$$

Задание 3.2

Построить с помощью БПФ периодограммы модельного ряда, заданного формулой (3.3).

Практическая работа 4. ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

Обычно для построения оценок спектра мощности временных рядов используют преобразование Фурье. Оно обладает способностью фокусировать
в точку «размазанную» по времени информацию о периодичности функции при переходе из временной области в частотную. Достигается это за счет того, что ядро преобразования Фурье не локализовано во времени, но имеет предельную локализацию в частотной области. Это обстоятельство и делает преобразование Фурье хорошим инструментом для изучения процессов, характеристики которых не меняются со временем. Напротив, вейвлет-анализ основан на использовании локализованных во времени ядер преобразования, размеры которых согласованы с масштабом изучаемых компонентов ряда. Основная идея вейвлет-преобразования отвечает специфике многих временных рядов, демонстрирующих эволюцию во времени своих основных характеристик – среднего значения, дисперсии, периодов, амплитуд и фаз гармонических компонентов.

Непрерывное вейвлет-преобразование

Предположим, что имеется некоторый временной ряд x_n, заданный с равным шагом по времени $\delta t = 1$, где $n = 0 \ldots N - 1$, т. е. $N = 1024$ (рисунок 4.1).

$$X(t) = \begin{cases} \sin(2\pi t / 150), 0 \le t < 512, 768 \le t < 1024 \\ \sin(2\pi t / 150) + \sin(2\pi (t - 512) / 50), 512 \le t < 768 \end{cases}, \quad (4.1)$$

где $t = 0, 1, 2, \ldots, 1023$:

Можно задать некоторую «волновую» вейвлет-функцию $\psi_0(\eta)$, хорошо локализованную во временном и частотном пространстве, зависящую от безразмерного параметра времени η. Например, это может быть вейвлет Морле, показанный на рисунке 4.2 и представляющий собой косинусоиду и синусоиду, модулированные Гауссианной:

$$\psi_0(\eta) = \pi^{-1/4} e^{i\omega_0 \eta} e^{-\eta^2/2},$$

где ω_0 – безразмерная частота вейвлета, часто используется значение $\omega_0 = 6$:

Тогда непрерывное вейвлет-преобразование определяется как свертка временного ряда x_n с масштабированным и смещенным вейвлетом $\psi(\eta)$:

$$W_n(s) = \sum_{n'=0}^{N-1} x_{n'} \psi^* \left[\frac{(n' - n)\delta t}{s} \right], \quad (4.2)$$

где звездочкой обозначена процедура комплексного сопряжения. Если комплексное число $z = x + iy$, то число $z^* = x - iy$ называется сопряженным (или комплексно сопряженным) к z.
Для нормализации параметров масштабов вейвлета используется параметр длины волны Фурье вейвлета. Для вейвлета Морле:

$$\lambda = \frac{4\pi}{\omega_0 + \sqrt{2 + \omega_0^2}}. \quad (4.3)$$

Если визуализировать результат вейвлет преобразования в виде двухмерной карты, то получается т.н. скалограмма, показывающая как изменятся со временем частота анализируемого временного ряда.

Задание 4.1

Реализовать алгоритм вейвлет-преобразования с помощью (4.2) и построить скалограмму временного ряда, заданного формулой (4.1).

Задание 4.2

Реализовать алгоритм вейвлет-преобразования с помощью БПФ и построить скалограмму временного ряда, заданного формулой (4.1).

Блок D (промежуточный контроль)

Вопросы для проверки уровня обученности "ЗНАТЬ":

1. Опишите алгоритмы и процесс обработки сигнала рекурсивными и нерекурсивными фильтрами.
2. Что понимается под импульсной характеристикой дискретной системы?
3. Какие фильтры называются фильтрами БИХ и КИХ-типа?
4. Что является коэффициентами нерекурсивных фильтров?
5. Какое преобразование применяют для описания дискретных сигналов и систем на комплексной плоскости и почему?
6. Какова связь между Z-преобразованием и преобразованием Фурье?
7. Как определяются передаточная функция и частотная характеристика дискретной системы?
8. Какова связь между передаточной функцией, частотной и импульсной характеристиками дискретной системы?
9. Каковы особенности частотных характеристик дискретных систем?
10. Как изменяется частотная характеристика дискретной системы при изменении частоты дискретизации?
11. Каковы задачи, методы и цели синтеза ЦФ по заданной частотной характеристике?
12. В чем заключается метод синтеза РФ по аналоговому прототипу?

Задания для проверки уровня обученности "УМЕТЬ":

1. Опишите алгоритмы БПФ с прореживанием по времени и по частоте.
2. Оцените эффективность алгоритмов БПФ.
3. Проанализируйте вычисления с замещением в алгоритмах БПФ.
4. Объясните преимущества совместного использования алгоритмов БПФ с прореживанием по времени и по частоте.
5. Выберите вид аппроксимирующей функции из заданных условий.
6. Определите основные характеристики дискретных случайных сигналов.
7. Рассчитайте АКФ и ВКФ дискретных случайных сигналов.
8. Примените коррелограммный метод оценки СПМ (ВСПМ).
9. Используйте периодограммный метод оценки СПМ (ВСПМ).

Задания для проверки уровня обученности "ВЛАДЕТЬ":

1. Изучите методы и инструменты, используемые в Цифровой Обработке Сигналов (ЦОС).
2. Рассмотрите основные принципы, лежащие в основе Цифровой Обработки Сигналов.
3. Примените принцип конвейерной обработки в Цифровой Обработке Сигналов.
4. Внедрите методы параллельной обработки данных при реализации ЦОС.
5. Используйте принцип временного мультиплексирования в реализации ЦОС.
6. Создайте алгоритм обработки данных для Цифровой Обработки Сигналов.
7. Опишите архитектуру процессора, специализированного для ЦОС.
8. Разработайте программное обеспечение для процессоров Цифровой Обработки Сигналов.
9. Реализуйте систему Цифровой Обработки Сигналов, используя программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).

Пример

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ПО КУРСУ "ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ" № 1

1. Вопросы для проверки уровня обученности **ЗНАТЬ**:

1.1. Опишите процесс дискретизации сигнала и критерий Найквиста.

1.2. Что такое Z-преобразование и для чего оно используется в цифровой обработке сигналов?

1.3. Каковы основные отличия между Фурье-преобразованием и быстрым преобразованием Фурье (БПФ)?

2. Задания для проверки уровня обученности **УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ**:

2.1. **Анализ частотных характеристик фильтров:**

Дана передаточная функция фильтра нижних частот первого порядка:

$$H(z) = \frac{0.5}{1 - 0.5z^{-1}}$$

Определите амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики фильтра. Проанализируйте его поведение на различных частотах.

2.2. **Синтез фильтра по заданным характеристикам:**

Требуется спроектировать фильтр КИХ-типа, который обеспечивает подавление сигналов на частоте 1000 Гц с аттенюацией не менее 40 дБ, используя окно Хэмминга. Определите необходимый порядок фильтра и его коэффициенты.

2.3. **Разработка алгоритма обработки сигналов:**

Разработайте алгоритм для обнаружения ребра в двумерном изображении, используя оператор Собеля. Опишите последовательность действий и принципы выбора порогового значения для выделения границ.

Раздел 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Применяемые оценочные средства:

- Сдача практических и тестовых работ на практических занятиях в соответствии с технологической картой дисциплины (текущая и рубежная аттестация),
- Устный опрос.
- Письменный опрос по экзаменационным билетам (промежуточная аттестация - экзамен).

Все виды оценочных средств оцениваются в соответствии со шкалами оценивания.

Устный опрос на практических занятиях по отдельным темам проводится в течение всего периода обучения дисциплине. Результаты опроса учитываются при оценивании практических работ.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ (ЛАБОРАТОРНЫХ) РАБОТ
(текущий контроль)

- 85-100 % - Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
- 70-84 % - Демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
- 60-69 % - Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
- 31-60 % - Демонстрирует небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.
- 0-30 % - Демонстрирует непонимание проблемы и даже не было попытки решить задачу.

Тестирование проводится с помощью веб-приложения «Moodle».

На тестирование отводится 30 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 10 вопросов. За каждый правильный ответ на вопрос дается 1балл.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТА (РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ)

- Структура тестового задания. Каждое тестовое задание содержит определённое число вопросов.
- Формат ответов: Предлагаются варианты ответов на каждое задание, среди которых только один правильный, а остальные – неправильные.
- Правила ответа на вопросы: Важно, чтобы обучающийся выбирал для каждого задания только один, правильный ответ.
- Оценка за правильный ответ: За правильный ответ на вопрос присуждается 1 балл.
- Расчёт итоговых баллов: Суммируются баллы за все правильные ответы, чтобы определить общий результат.
- Определение итоговой оценки. Итоговая оценка определяется путём деления набранных баллов на максимально возможное их количество в тесте, результат выражается в процентном соотношении.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПИСЬМЕННОГО ОПРОСА

(**промежуточный контроль** – «ЗНАТЬ»)

Отметкой (7-10- баллов) оценивается ответ, который показывает прочные знания теоретических основ дисциплины, понимание и правильное применение терминологии, правильные ответы на 75-100% вопросов

Отметкой (5-7 баллов) оценивается ответ, который показывает знание теоретических основ дисциплины, но неполное понимание и не всегда правильное применение терминологии, даны правильные ответы на 50-74% вопросов, в ответах допущено некоторое количество неточностей.

Отметкой (3-4 баллов) оценивается ответ, свидетельствующий о знакомстве с некоторыми теоретическими основами дисциплины. Даны правильные ответы на 25-49% вопросов, допущены неточности и ошибки.

Отметкой (2 балла) оценивается ответ, обнаруживающий незнание теоретических основ дисциплины. Отмечается отсутствие логичности и последовательности в ответе. Менее 25% правильных ответов. Допущены серьезные ошибки в содержании ответа.

Отметкой (0-1 балл) оценивается ответ, при котором студент демонстрирует непонимание поставленных вопросов, или нет ответа.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

(**промежуточный контроль** – «УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ»)

Отметкой (8-10 баллов) оценивается ответ, при котором студент правильно отвечает на поставленные вопросы, Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.

Отметкой (5-7 баллов) оценивается ответ, при котором студент в основном правильно отвечает на поставленные вопросы. Демонстрирует значительное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.

Отметкой (2-4 баллов) оценивается ответ, при котором студент в основном не правильно отвечает на поставленные вопросы. Демонстрирует частичное или небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

Отметкой (0 -1 балл) оценивается ответ, при котором студент демонстрирует непонимание проблемы или нет ответа и даже не было попытки решить задачи.

В экзаменационный билет включены три теоретических вопроса и три практических задания, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Зачет с оценкой проводится в письменной форме. На ответ и решение задачи студенту отводится 80 минут. За ответ на теоретические вопросы студент может получить максимально 10 баллов, за выполнение практических заданий - 20 баллов.

По итогам прохождения дисциплины и с учетом шкал оценивания все набранные в результате текущей, рубежной и промежуточной аттестаций баллы суммируются и выставляется оценка .

Перевод баллов в оценку:

85 - 100 баллов – «отлично»

70 - 84 баллов – «хорошо»

60 - 69 баллов – «удовлетворительно»

менее 60 баллов – «неудовлетворительно»

Раздел 5. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины и выполнению контрольных заданий

5.1. Общие рекомендации к организации самостоятельной работы

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в виде защиты практических работ. Методические указания по выполнению практических работ представлены в электронной папке преподавателя (локальная сеть кафедры Информационных и вычислительных технологий КРСУ) и на корпоративной платформе MSTeams. Выполнение практических работ №№ 1-4 завершается оформлением отчета, в котором приводится теория по теме работы, блок-схемы алгоритмов, результаты расчетов и графики. Рубежный контроль осуществляется в виде сдачи контрольных работ. Вопросы по контрольным работам представлены в разделе 3 (блок А). Контрольные работы оформляются в письменном виде

5.2. Подготовка к практическим занятиям

Перед посещением практического занятия необходимо проработать конспект лекций по теме практического занятия. Оформление отчётов должно производиться по представленному образцу после окончания работы. Для подготовки к защите отчёта следует проанализировать экспериментальные результаты, обобщать результаты исследований в виде выводов, подготовить ответы на вопросы.

5.3 Методические указания для подготовки к сдаче тестовых заданий

Понимание концепций:

- Убедитесь, что вы понимаете основные концепции, такие как дискретизация сигналов, преобразования (Фурье, Z-преобразование, вейвлеты) и основные определения, связанные с цифровой обработкой сигналов.
- Освежите знания по основам дискретных сигналов и систем, включая импульсные и частотные характеристики.

Применение методов:

- Практикуйтесь в решении задач на анализ сигналов с использованием различных преобразований и методов фильтрации.
- Отработайте навыки применения адаптивных фильтров, методов дискретизации и квантования сигналов.

Решение практических задач:

- Для лучшего понимания рассмотрите примеры реальных задач из области обработки сигналов, такие как фильтрация шума, анализ спектра, сжатие данных и системы реального времени.
- Используйте доступное программное обеспечение для моделирования и анализа цифровых сигналов и систем.

Глубокое изучение материала:

- Изучите дополнительную литературу и онлайн-ресурсы для более глубокого понимания каждой темы.
- Обратите внимание на примеры вопросов и убедитесь, что вы можете объяснить каждый ответ и его обоснование.

Самопроверка:

- После изучения каждой темы проверьте свои знания, ответив на контрольные вопросы и решив задачи.

- Обсудите сложные моменты с преподавателями или однокурсниками для лучшего понимания материала.

Визуализация и практическое применение:

- Используйте визуализацию для лучшего понимания процессов обработки сигналов и их результатов.
- Попробуйте применить изученные методы к реальным или симулированным данным для закрепления практических навыков.

Следуя этим методическим указаниям, вы сможете качественно подготовиться к тестам и глубже понять принципы и методы, применяемые в области цифровой обработки сигналов.