

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Вейвлеты и их применение в математическом моделировании Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Липачев Е.К. , Насрутдинов М.Ф.

Рецензент(ы):

Маклецов С.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тронин С. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2019

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Липачев Е.К. кафедра компьютерной математики и информатики отделение педагогического образования , elipachev@gmail.com ; заместитель директора по образовательной деятельности Насрутдинов М.Ф. Высшая школа информационных технологий и интеллектуальных систем КФУ , Marat.Nasrutdinov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

основные идеи, лежащие в основе теории вейвлетов, алгоритмы обработки изображений, а также применение вейвлетов в математическом моделировании

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.03.01 Математика и компьютерные науки и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Входит в план подготовки специалистов ИМиМ, Математика и компьютерные науки (Математическое и компьютерное моделирование) очное бакалавр.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные идеи, лежащие в основе теории вейвлетов, алгоритмы обработки изображений, а также применение вейвлетов в математическом моделировании

2. должен уметь:

выводить и доказывать основные соотношения вейвлет-анализа.

3. должен владеть:

Обучаемый должен владеть приемами компьютерной обработки изображений с помощью вейвлет-анализа.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Обучаемый должен демонстрировать способность и готовность применять аппарат вейвлетов Хаара, Добеши, сплайн-вейвлетов при обработке сигналов и изображений.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Функция Хаара. Вейвлет Хаара. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.	7		2	2	0	Письменная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	<p>Тема 2. Преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на \mathbb{R}. Определение преобразования Фурье для функций из пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Обратное преобразование Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения. Функция отклика. Свойства функции отклика.</p>	7		6	4	0	Научный доклад

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Определение ортогонального двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(R^2)$. Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(R^2)$. Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(R^2)$. Компьютерный анализ графических данных.	7		2	2	0	Научный доклад
4.	Тема 4. Двумерный кратномасштабный анализ на основе сдвигов функции Хаара и вейвлетов Хаара. Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису.	7		4	4	0	Презентация

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Схема разложения изображения по базису. Разложение изображений с помощью функций пакета MatLab. Анализ изображений в пакете MatLab. Сжатие изображений как поиск приближения в вейвлет-базисе. Сжатие изображений ? алгоритм на основе вейвлетов.	7		2	4	0	Научный доклад
6.	Тема 6. Поиск изображения в базе данных изображений, в случае когда запрос выражается либо как изображение с низким разрешением, например, полученное с помощью сканера или видеокамеры; либо как грубый набросок искомого изображения, нарисованный самим пользователем. Расстояние между графическими объектами. Усечение. Квантование. Формирование метрики запроса изображения. Вычисление метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.	7		2	2	0	Научный доклад

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Вейвлеты с компактным носителем и с N нулевыми моментами. Построение вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма. Программа вычисления значений вейвлетов Добеши.	7		4	4	0	Письменная работа
8.	Тема 8. Вычисление вейвлетов Добеши второго и третьего порядков с помощью функций пакета MatLab. Вычисление вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши с помощью функций пакета MatLab. Построение графиков вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica.	7		4	4	0	Компьютерная программа
9.	Тема 9. Функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Функции загрузки изображений. Разложение изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Сжатие изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab.	7		4	4	0	Компьютерная программа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Вейвлет-обозреватель (Wavelet Explorer) среды Wolfram Mathematica. Функции пакета Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica. Удаление шума в среде Wolfram Mathematica. 11. Функции обработки изображений среды Wolfram Mathematica. Вейвлет-Анализ изображений в среде Wolfram Mathematica.	7		4	4	0	Компьютерная программа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			34	34	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Функция Хаара. Вейвлет Хаара. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Определение функции и вейвлет Хаара. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Основные свойства этих функций. Линейная независимость функций и ортогональность в пространстве L_2 . Доказательство вложенности пространства, образованного сдвигами функции Хаара в пространство, образованное растяжением и сдвигами функции Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.

Тема 2. Преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на \mathbb{R} . Определение преобразования Фурье для функций из пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Обратное преобразование Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения. Функция отклика. Свойства функции отклика.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Определение преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на \mathbb{R} . Свойства преобразования Фурье (линейность, преобразование от функции сдвига, преобразование функции растяжения). Определение преобразования Фурье для функций из L_2 . Обратное преобразование Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения. Функция отклика. Свойства функции отклика.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения.

Тема 3. Определение ортогонального двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$. Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$. Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$. Компьютерный анализ графических данных.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Двумерное кратномасштабное разложение пространства $L_2(\mathbb{R} \times \mathbb{R})$. Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R} \times \mathbb{R})$. Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(\mathbb{R} \times \mathbb{R})$. Пример несепарабельного разложения. Вывод формул, определяющих сепарабельное разложение на основе функций и вейвлетов Хаара. Компьютерный анализ графических данных.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(\mathbb{R} \times \mathbb{R})$. Пример несепарабельного разложения. Вывод формул, определяющих сепарабельное разложение на основе функций и вейвлетов Хаара.

Тема 4. Двумерный кратномасштабный анализ на основе сдвигов функции Хаара и вейвлетов Хаара. Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Построение двумерного кратномасштабного анализа на основе сдвигов функции Хаара и вейвлетов Хаара. Компьютерное построение этого базиса. Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису. Пример работы с изображениями.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису.

Тема 5. Схема разложения изображения по базису. Разложение изображений с помощью функций пакета MatLab. Анализ изображений в пакете MatLab. Сжатие изображений как поиск приближения в вейвлет-базисе. Сжатие изображений ? алгоритм на основе вейвлетов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Построение схемы разложения изображений по сепарабельному двумерному базису. Разложения изображений по сепарабельному двумерному базису на основе вейвлетов Хаара. Разложение изображений с помощью функций пакета WaveletToolbox MatLab. Функции анализа изображений в системе MatLab. Сжатие изображений в системе MatLab-алгоритм на основе вейвлетов.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Построение схемы разложения изображений по сепарабельному двумерному базису. Разложения изображений по сепарабельному двумерному базису на основе вейвлетов Хаара. Разложение изображений с помощью функций пакета WaveletToolbox MatLab. Функции анализа изображений в системе MatLab. Сжатие изображений в системе MatLab-алгоритм на основе вейвлетов.

Тема 6. Поиск изображения в базе данных изображений, в случае когда запрос выражается либо как изображение с низким разрешением, например, полученное с помощью сканера или видеокамеры; либо как грубый набросок искомого изображения, нарисованный самим пользователем. Расстояние между графическими объектами. Усечение. Квантование. Формирование метрики запроса изображения. Вычисление метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Задача поиска изображения в базе данных изображений. Поиск изображения с помощью запроса, сформированного либо как изображение с низким разрешением, например, полученное с помощью сканера или видеокамеры; либо как грубый набросок искомого изображения, нарисованный самим пользователем. Определение функции расстояния между графическими объектами. Метод усечения. Метод квантования. Формирование метрики запроса изображения. Алгоритм вычисления метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Определение функции расстояния между графическими объектами. Метод усечения. Метод квантования. Формирование метрики запроса изображения. Алгоритм вычисления метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.

Тема 7. Вейвлеты с компактным носителем и с N нулевыми моментами. Построение вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма. Программа вычисления значений вейвлетов Добеши.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Функции с компактным носителем. Функции с нулевыми моментами. Вейвлеты с компактным носителем и с N нулевыми моментами. Алгебраический метод построения вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма. Компьютерное вычисление значений вейвлетов Добеши.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Алгебраический метод построения вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма.

Тема 8. Вычисление вейвлетов Добеши второго и третьего порядков с помощью функций пакета MatLab. Вычисление вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши с помощью функций пакета MatLab. Построение графиков вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Функции вычисления вейвлетов Добеши в MatLab. Программирование вычисления вейвлетов Добеши порядка 2. Программирование вычисления вейвлетов Добеши порядка 3. Программирование вычисления вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши порядков 2 и 3 в среде Wolfram Mathematica.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Программирование вычисления вейвлетов Добеши порядка 2. Программирование вычисления вейвлетов Добеши порядка 3.

Тема 9. Функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Функции загрузка изображений. Разложение изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Сжатие изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Знакомство и практическое использование функций пакета Wavelet Toolbox среды MatLab. Функции загрузки изображений и разложение изображений в пакете Wavelet Toolbox среды MatLab. Функции сжатия изображений в пакете Wavelet Toolbox среды MatLab. Загрузка тестовых примеров и выполнение стандартных операций в соответствии с документацией.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Загрузка тестовых примеров и выполнение стандартных операций в соответствии с документацией.

Тема 10. Вейвлет-обозреватель (Wavelet Explorer) среды Wolfram Mathematica. Функции пакета Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica. Удаление шума в среде Wolfram Mathematica. 11. Функции обработки изображений среды Wolfram Mathematica. Вейвлет-Анализ изображений в среде Wolfram Mathematica.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Изучение пакета "Вейвлет-обозреватель" (Wavelet Explorer) среды Wolfram Mathematica. Применение функций системы Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Просмотр справочной информации по функциям вейвлет-преобразования пакет "Вейвлет-обозреватель". Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Применение функций системы Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Функция Хаара. Вейвлет Хаара. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.	7		подготовка к письменной работе	8	Письменная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	<p>Тема 2. Преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на \mathbb{R}. Определение преобразования Фурье для функций из пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Обратное преобразование Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабированного уравнения. Функция отклика. Свойства функции отклика.</p>	7		подготовка к научному докладу	8	Научный доклад

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Определение ортогонального двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(R^2)$. Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(R^2)$. Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(R^2)$. Компьютерный анализ графических данных.	7		подготовка к научному докладу	6	Научный доклад
4.	Тема 4. Двумерный кратномасштабный анализ на основе сдвигов функции Хаара и вейвлетов Хаара. Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису.	7		подготовка к презентации	8	Презентация

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Схема разложения изображения по базису. Разложение изображений с помощью функций пакета MatLab. Анализ изображений в пакете MatLab. Сжатие изображений как поиск приближения в вейвлет-базисе. Сжатие изображений ? алгоритм на основе вейвлетов.	7		подготовка к научному докладу	8	Научный доклад
6.	Тема 6. Поиск изображения в базе данных изображений, в случае когда запрос выражается либо как изображение с низким разрешением, например, полученное с помощью сканера или видеокамеры; либо как грубый набросок искомого изображения, нарисованный самим пользователем. Расстояние между графическими объектами. Усечение. Квантование. Формирование метрики запроса изображения. Вычисление метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.	7		подготовка к научному докладу	6	Научный доклад

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Вейвлеты с компактным носителем и с N нулевыми моментами. Построение вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма. Программа вычисления значений вейвлетов Добеши.	7		подготовка к письменной работе	8	Письменная работа
8.	Тема 8. Вычисление вейвлетов Добеши второго и третьего порядков с помощью функций пакета MatLab. Вычисление вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши с помощью функций пакета MatLab. Построение графиков вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica.	7		написание кода	8	Компьютерная программа
9.	Тема 9. Функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Функции загрузки изображений. Разложение изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Сжатие изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab.	7		создание программного кода	8	Компьютерная программа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Вейвлет-обозреватель (Wavelet Explorer) среды Wolfram Mathematica. Функции пакета Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica. Удаление шума в среде Wolfram Mathematica. 11. Функции обработки изображений среды Wolfram Mathematica. Вейвлет-Анализ изображений в среде Wolfram Mathematica.	7		программирование в среде	8	Компьютерная программа
	Итого				76	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Использование интернет-ресурсов при проведении практических занятий и самостоятельной работе. Использование корпоративной сети университета для файлового обмена полученных результатов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Функция Хаара. Вейвлет Хаара. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.

Письменная работа , примерные вопросы:

Доказательство вложенности пространства, образованного сдвигами функции Хаара в пространство, образованное растяжением и сдвигами функции Хаара. Построение вложенной цепочки пространств в пространстве квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Доказательство ортонормированности системы функций.

Тема 2. Преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на \mathbb{R} . Определение преобразования Фурье для функций из пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси. Обратное преобразование Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения. Функция отклика. Свойства функции отклика.

Научный доклад , примерные вопросы:

Свойства преобразования Фурье (линейность, преобразование от функции сдвига, преобразование функции растяжения). Определение преобразования Фурье для функций из L_2 . Обратное преобразование Фурье. Преобразование Фурье функции Хаара. Преобразование Фурье вейвлета Хаара. Преобразование Фурье свертки функций. Преобразование Фурье сплайнов.

Тема 3. Определение ортогонального двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$. Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$. Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$. Компьютерный анализ графических данных.

Научный доклад , примерные вопросы:

Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$. Пример несепарабельного разложения. Вывод формул, определяющих сепарабельное разложение на основе функций и вейвлетов Хаара.

Тема 4. Двумерный кратномасштабный анализ на основе сдвигов функции Хаара и вейвлетов Хаара. Графическая иллюстрация построения сепарабельного базиса. Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису.

Презентация , примерные вопросы:

Аппроксимирующие и детализирующие (горизонтальные, вертикальные, диагональные) коэффициенты разложения изображения по сепарабельному базису.

Тема 5. Схема разложения изображения по базису. Разложение изображений с помощью функций пакета MatLab. Анализ изображений в пакете MatLab. Сжатие изображений как поиск приближения в вейвлет-базисе. Сжатие изображений ? алгоритм на основе вейвлетов.

Научный доклад , примерные вопросы:

Разложения изображений по сепарабельному двумерному базису на основе вейвлетов Хаара. Разложение изображений с помощью функций пакета WaveletToolbox MatLab.

Тема 6. Поиск изображения в базе данных изображений, в случае когда запрос выражается либо как изображение с низким разрешением, например, полученное с помощью сканера или видеокамеры; либо как грубый набросок искомого изображения, нарисованный самим пользователем. Расстояние между графическими объектами. Усечение. Квантование. Формирование метрики запроса изображения. Вычисление метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.

Научный доклад , примерные вопросы:

Определение функции расстояния между графическими объектами. Метод усечения. Метод квантования. Формирование метрики запроса изображения. Алгоритм вычисления метрики запроса. Быстрое вычисление метрики. Алгоритм формирования запроса изображения.

Тема 7. Вейвлеты с компактным носителем и с N нулевыми моментами. Построение вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма. Программа вычисления значений вейвлетов Добеши.

Письменная работа , примерные вопросы:

Алгебраический метод построения вейвлетов Добеши порядка 2 и 3. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма.

Тема 8. Вычисление вейвлетов Добеши второго и третьего порядков с помощью функций пакета MatLab. Вычисление вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши с помощью функций пакета MatLab. Построение графиков вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica.

Компьютерная программа , примерные вопросы:

Программирование вычисления вейвлетов Добеши порядка 2. Программирование вычисления вейвлетов Добеши порядка 3. Программирование вычисления вейвлетов Добеши в среде Wolfram Mathematica. Построение графиков вейвлетов Добеши порядков 2 и 3 в среде Wolfram Mathematica.

Тема 9. Функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Функции загрузка изображений. Разложение изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab. Сжатие изображений с помощью функции Wavelet Toolbox пакета MatLab.

Компьютерная программа, примерные вопросы:

Функции сжатия изображений в пакете Wavelet Toolbox среды MatLab. Загрузка тестовых примеров и выполнение стандартных операций в соответствии с документацией.

Тема 10. Вейвлет-обозреватель (Wavelet Explorer) среды Wolfram Mathematica. Функции пакета Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica. Удаление шума в среде Wolfram Mathematica. 11. Функции обработки изображений среды Wolfram Mathematica. Вейвлет-Анализ изображений в среде Wolfram Mathematica.

Компьютерная программа, примерные вопросы:

Применение функций системы Mathematica для выполнения вейвлет-преобразований. Просмотр справочной информации по функциям вейвлет-преобразования пакет "Вейвлет-обозреватель". Анализ одномерных сигналов в среде Wolfram Mathematica.

Итоговая форма контроля

зачет (в 7 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету.

1. Функция Хаара, вейвлет Хаара и их графики.
2. Система сдвигов и растяжений функции и вейвлета Хаара. Носители этих функций. Доказательство ортонормированности системы функций.
3. Определение ортогонального кратномасштабного анализа пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.
4. Определение базиса Рисса.
5. Преобразование Фурье в пространстве интегрируемых функций на \mathbb{R} . Определение преобразования Фурье для функций из пространства квадратично-суммируемых функций на всей числовой оси.
6. Обратное преобразование Фурье. Формула обращения преобразования Фурье.
7. Основные свойства преобразования Фурье: линейность, преобразование Фурье производной, преобразование Фурье растяжения функции, преобразование Фурье сдвига функции, преобразование Фурье свертки функций.
8. Преобразование Фурье функции Хаара.
9. Преобразование Фурье вейвлета Хаара.
10. Преобразование Фурье сплайнов.
11. Масштабирующее уравнение. Преобразование Фурье масштабирующего уравнения.
12. Функция отклика. Свойства функции отклика.
13. Определение ортогонального двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$. Определения сепарабельного и несепарабельного разложений двумерного кратномасштабного разложения пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$.
14. Построение сепарабельного кратномасштабного анализа пространства $L_2(\mathbb{R}^2)$.
15. Вейвлеты с компактным носителем и с N нулевыми моментами.
16. Построение вейвлетов Добеши порядка 2.
17. Вычисление значений вейвлетов Добеши с помощью каскадного алгоритма.
18. Вычисление вейвлетов Добеши в MatLab.
19. Вычисление вейвлетов Добеши в Wolfram Mathematica.
20. Алгоритм поиска изображений по заданному шаблону.

7.1. Основная литература:

Маклецов С.В. Компьютерный практикум (часть 2). Учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский (Приволжский) Федеральный университет, 2013. - 101 с.
https://kpfu.ru//staff_files/F1013609142/Makletsov.pdf

Маклецов С.В. Основы компьютерных наук. Часть 1. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 116 с.
https://kpfu.ru//staff_files/F504585177/Maklecov___Osnovy_kompjuternyh_nauk._Chast_1.pdf

7.2. Дополнительная литература:

Липачёв, Евгений Константинович. Технология программирования. Базовые конструкции C/C++ : учебно-справочное пособие / Е. К. Липачёв ; Казан. федер. ун-т . Казань : [Казанский университет], 2012 .139 с. URL:
https://kpfu.ru//staff_files/F614532834/%D2%E5%F5%ED%EE%EB%EE%E3%E8%FF%20%EF%F0%EE

7.3. Интернет-ресурсы:

MATLAB.Exponenta - <http://matlab.exponenta.ru/wavelet/book1/index.php>

Wolfram Mathematica. Вейвлет-Анализ -

<https://www.wolfram.com/mathematica/new-in-8/wavelet-analysis/>

Анализ сигналов на основе вейвлет-преобразования -

https://ru.bmstu.wiki/Анализ_сигналов_на_основе_вейвлет-преобразования

введение в вейвлет-преобразования - <http://window.edu.ru/resource/328/29328/files/nstu68.pdf>

Вейвлет-сжатие - <https://habr.com/ru/post/168517/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Вейвлеты и их применение в математическом моделировании" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Среда Wlfram Mathematica ver 7 и выше

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки Математическое и компьютерное моделирование .

Автор(ы):

Насрутдинов М.Ф. _____

Липачев Е.К. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Маклецов С.В. _____

"__" _____ 201__ г.