

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
программного обеспечения
и администрирования
информационных систем



М.А. Артемов 02.04.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.07 Вейвлеты и их применение при обработке данных

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

2. Профиль подготовки/специализация:

Управление проектированием и разработкой информационных систем

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: программного обеспечения и администрирования информационных систем

6. Составитель программы:

Барановский Евгений Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС факультет ПММ № 5 от 22.03.2024 г.

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр: 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины: ознакомление студентов с современных методами вейвлет-анализа и изучение алгоритмов вейвлетного сжатия цифровых изображений. Задачи учебной дисциплины: изучение математических основ теории вейвлетов, вейвлет-преобразования Хаара и вейвлет-преобразования в задаче сжатия цифровых изображений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к обязательной части блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код	Индикаторы	Планируемые результаты обучения
	Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы фундаментальной и прикладной информатики и информационных технологий	ОПК-1	ОПК-1.1. Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированные в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук. ОПК-1.3 Осуществляет выбор современных математических инструментальных средств для обработки изучаемых данных в соответствии с поставленной задачей, анализирует и интерпретирует полученные результаты ОПК-3.2 Оценивает эффективность различных программных продуктов и комплексов	Знать: математические основы теории вейвлетов. Уметь: разрабатывать программные комплексы для построения и визуализации преобразования Фурье и вейвлет-преобразования при различных типах материнских вейвлетов (Хаар, WAVE, Morlet, DOG, MHAT, FHAT и др.). Владеть: навыками применения вейвлетных методов при обработке цифровых изображений, в частности при решении задачи сжатия соответствующих файлов.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. 5 /180.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		1 семестр
Аудиторные занятия	48	48
в том числе:	лекции	32
	практические	–
	лабораторные	16
Самостоятельная работа	96	96

в том числе: курсовая работа (проект)	–	–
Форма промежуточной аттестации (экзамен – ___ час.)	экзамен – 36	экзамен – 36
Итого:	180	180

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Введение в теорию вейвлетов	Преобразование Фурье и вейвлет-преобразование. Разложение по вейвлетам. Частотно-временная локализация. Признаки вейвлета. Примеры вейвлетобразующих функций. Свойства и возможности вейвлет-преобразования.	–
1.2	Математические основы теории вейвлетов.	Евклидово пространство. Ортогональные системы векторов. Ортогональный базис в конечномерном и бесконечномерном пространстве. Ряд Фурье и его свойства.	–
2. Практические занятия			
–	–	–	–
3. Лабораторные занятия			
3.1	Вейвлет-преобразование Хаара.	Усреднение и детализация данных. Вейвлет-преобразование Хаара последовательности. Вейвлетные и масштабирующие функции. Система Хаара и ее геометрическая интерпретация. Двумерное Вейвлет-преобразование Хаара.	–
3.2	Вейвлет-преобразование в задаче сжатия цифровых изображений.	Задача сжатия данных. Вейвлетный подход к сжатию данных. Реализация упрощенной схемы вейвлет-сжатия цифровых изображений.	–

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в теорию вейвлетов.	4	–	2	16	22
2	Математические основы теории вейвлетов.	12	–	6	32	50
3	Вейвлет-преобразование Хаара.	8	–	4	24	36
4	Вейвлет-преобразование в задаче сжатия цифровых изображений.	8	–	4	24	36
	Итого:	32	–	16	96	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с учебно-методическими пособиями и презентационным материалом, выполнение практических заданий для самостоятельной работы, выполнение лабораторных работ.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Шипачев В.С. Высшая математика : учебное пособие для бакалавров : [для студ. вузов] / В.С. Шипачев ; под ред. А.Н. Тихонова .— 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2013 .— 447 с.
2	Высшая математика в упражнениях и задачах : [учебное пособие для вузов] : в 2 ч. / П.Е. Данко [и др.] ; [отв. ред. О.А. Богатырева] . Часть 1. — Москва: Мир и Образование, 2015. — 368 с.
3	Гайворонская С. А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. — Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2014. — 107 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Ляхов П. А. Разработка методов и алгоритмов вейвлет-анализа для цифровой обработки сигналов: автореферат дис. канд. физ.-мат. наук.— Ставрополь, 2012 .— 18 с.
5	Храмов А.Е., Короновский А.А. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения. М.: ФИЗМАТЛИТ. — 2011. — 172 с. http://www.knigafund.ru/books/115975

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Источник
8	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – http://www.lib.vsu.ru/
9	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru http://www.mathnet.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Артемов М. А., Барановский Е. С., Киргинцев М. В. Вейвлет-преобразование в задаче сжатия цифровых изображений: учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж: Издательский дом ВГУ. — 2015. — 26 с. http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-33.pdf .
2	Северин Г. Ю. Вейвлет-анализ в архивировании файлов : учебно-методическое пособие для вузов. — Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2013.— 37 с. http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-156.pdf

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины проводятся различные типы лекций: вводная, обзорная, проблемная, а также «лекция-визуализация», представляющая собой визуальную форму подачи лекционного материала с помощью технических средств обучения.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Практические и лабораторные занятия: аудитория, доска, проектор, ПК.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение в теорию вейвлетов	ОПК-1	ОПК-1.1	Практическое задание
2.	Математические основы теории вейвлетов	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.3	Практическое задание
3.	Вейвлет-преобразование Хаара	ОПК-1	ОПК-1.3	Практическое задание
4.	Вейвлет-преобразование в задаче сжатия цифровых изображений	ОПК-1	ОПК-3.2	Практическое задание
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Перечень вопросов

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью практических заданий.

Примеры практических заданий:

1. Определите характерные частоты сигнала:

1) 0., 21.935, 34.979, 34.187, 20.719, 1.2434, -15.136, -21.036, -14.142, 1.7735, 18.618, 27.728, 23.889, 7.7981, -14.167, -32.760, -40., -32.760, -14.167, 7.7981, 23.889, 27.728, 18.618, 1.7735, -14.142, -21.036, -15.136, 1.2434, 20.719, 34.187, 34.979, 21.935, 0., -21.935, -34.979, -34.187, -20.719, -1.2434, 15.136, 21.036, 14.142, -1.7735, -18.618, -27.728, -23.889, -7.7981, 14.167, 32.760, 40., 32.760, 14.167, -7.7981, -23.889, -27.728, -18.618, -1.7735, 14.142, 21.036, 15.136, -1.2434, -20.719, -34.187, -34.979, -21.935

2) 0., 13.029, 17.554, 11.903, 2.1678, -3.4639, -1.8759, 2.6529, 2.9290, -4.0138, -13.635, -17.538, -10.898, 2.9311, 14.794, 17.134, 10., .5044, -3.6831, -.97073, 3.2442, 2.0777, -5.9810, -15.125, -17.071, -8.4585, 5.7777, 16.152, 16.310, 8.0009, -.9241, -3.6007, 0., 3.6007, .9241, -8.0009, -16.310, -16.152, -5.7777, 8.4585, 17.071, 15.125, 5.9810, -2.0777, -3.2442, .97073, 3.6831, -.5044, -10., -17.134, -14.794, -2.9311, 10.898, 17.538, 13.635, 4.0138, -2.9290, -2.6529, 1.8759, 3.4639, -2.1678, -11.903, -17.554, -13.029

3) 0., 19.706, 21.085, 18.208, 31.528, 50.393, 51.750, 41.309, 42.929, 55.383, 54.509, 36.860, 26.116, 30.681, 28.942, 8.7743, -10., -10.735, -9.3262, -24.875, -44.594, -46.288, -37.879, -42.695, -57.071, -56.769, -40.638, -32.755, -39.182, -37.348, -17.183, .1973, 0., -.1973, 17.183, 37.348, 39.182, 32.755, 40.638, 56.769, 57.071, 42.695, 37.879, 46.288, 44.594, 24.875, 9.3262, 10.735, 10., -8.7743, -28.942, -30.681, -26.116, -36.860, -54.509, -55.383, -42.929, -41.309, -51.750, -50.393, -31.528, -18.208, -21.085, -19.706

2. На основе заданного вейвлета (WAVE, MHAT, Morlet, Paul, LMB, Daubechies или др.) и заданного сигнала вычислите соответствующие вейвлет-коэффициенты, а также постройте 3D-графики, включая картину локальных экстремумов и распределение плотности энергии.

3. Для заданной числовой последовательности вычислите её преобразование Хаара, отсортируйте полученные вейвлет-коэффициенты по возрастанию и отбросьте $k\%$ наименьших по модулю коэффициентов. Оцените качество возможного сжатия данных.

4. Разработайте приложение, реализующее прямое и обратное двумерное вейвлет-преобразование Хаара изображения размером $2^n \times 2^n$.

20.2 Промежуточная аттестация

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Преобразование Фурье и его связь с вейвлет-преобразованием.
2. Разложение по ортогональным вейвлетам.
3. Понятие частотно-временной локализации.
4. Основные признаки вейвлета.
5. Примеры вейвлетобразующих функций.
6. Основные свойства и возможности вейвлет-преобразования.
7. Материнские вейвлеты WAVE, MHAT, Morlet, Paul, LMB, Daubechies.

8. Аксиомы евклидова пространства и скалярного произведения.
9. Ортогональные системы векторов и их свойства.
10. Ортогональный базис в конечномерном и бесконечномерном пространстве.
11. Ряд Фурье и его свойства.
12. Процедуры усреднения и детализации данных.
13. Вейвлет-преобразование Хаара последовательности.
14. Вейвлетные и масштабирующие функции: их связь и отличия.
15. Система Хаара и ее геометрическая интерпретация.
16. Двумерное вейвлет-преобразование Хаара и его применение.
17. Задача сжатия данных: основные подходы к решению.
18. Вейвлетный подход к сжатию данных.
19. Реализация упрощенной схемы вейвлет-сжатия цифровых изображений.
20. Стандартная и пирамидальная схема двумерного вейвлет-преобразования.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Даны правильные развернутые ответы на все теоретические вопросы и верно выполнены все практические задания.	Отлично
Даны правильные ответы на большую часть теоретических вопросов, но имеются некоторые недочеты, которые студент сам исправляет по замечанию преподавателя. Большая часть практических заданий выполнена правильно, но имеются недочеты и погрешности, приводящие к несущественному искажению результатов в одном из заданий.	Хорошо
Даны правильные ответы на большую часть теоретических вопросов, но имеются неполные ответы и ошибочные утверждения. Большая часть практических заданий выполнена правильно, но имеются ошибки и погрешности, приводящие к неверному результату в одном из заданий.	Удовлетворительно
Ответы на большую часть теоретических вопросов неверные. Значительная часть практических заданий не выполнена или допущены существенные ошибки, показывающие, что студент не владеет обязательными знаниями по данной теме	Неудовлетворительно