

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра математического анализа

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета

_____ Нестеров П.Н.

20 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Алгоритмы кодирования

Направление подготовки (специальности)
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
«Прикладное программирование и информационные технологии»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 21.04.2025, протокол № 10

Программа одобрена НМК
математического факультета
протокол № 9 от 05.05.2025

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Алгоритмы кодирования» являются:

формирование математической культуры студента, фундаментальная подготовка по одному из быстро развивающихся разделов прикладной алгебры. Овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, и является элективной дисциплиной. Для успешного освоения этой дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения школьного курса математики, а также некоторых разделов линейной и прикладной алгебры.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Профессиональные компетенции		
ПК-2 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	И-ПК-2.1 Обладает устойчивыми знаниями в области основных математических дисциплин, их аппарата и результатов	Знать: - аппарат теории ДУ, - формулировки утверждений, - методы их доказательства. Уметь: - решать задачи Владеть: - математическим аппаратом теории ДУ, - методами решения задач и доказательства утверждений.
	И-ПК-2.2 Обладает способностью применять современный математический аппарат в решении различных задач	Уметь: - решать задачи; - применять понятия, результаты и современные методы в практической деятельности Владеть: - современным математическим аппаратом теории ДУ
	И-ПК-2.3 Способен совершенствовать свои навыки, связанные с применением современного математического аппарата	Уметь: - работать с современными средствами в математических исследованиях Владеть: - современными методами и подходами к решению задач и доказательству утверждений.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, **72** акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1.	Вводная лекция	5	1					4	
2.	Классические алгоритмы сжатия	5	3	3				4	
3.	Словарное кодирование	5	2	3				4	Самостоятельная работа № 1
4.	Специальные алгоритмы кодирования	5	2	3				4	Самостоятельная работа № 2
5.	Математические основы преобразования и сжатия изображений	5	3	3		2		4	Самостоятельная работа № 3-5
6.	Сжатие аудио информации	5	3	3				4	
7.	Сжатие изображений в телевидении	5	1	1		2		4	Контрольная работа № 1
8.	Другие методы сжатия	5	1					4	
							0,3	3.7	зачет
	ИТОГО		16	16		4	0,3	35.7	

Содержание разделов дисциплины

- 1. Вводная лекция.** Понятие информации. Дискретный канал связи. История кодирования, контролирующего ошибки. Характеристики телекоммуникационных систем.
- 2. Классические алгоритмы сжатия.** Статистическое кодирование: алгоритм Шеннона-Фано, алгоритм Хаффмана, арифметический метод кодирования.
- 3. Словарное кодирование.** Алгоритмы LZ77 и LZ78. Алгоритм LZW.
- 4. Специальные алгоритмы кодирования.** Алгоритм RLE, алгоритм JBIG, алгоритм JPEG-LS.
- 5. Математические основы преобразования и сжатия изображений.** Типы изображений и варианты базисных решений сжатия. Базисные подходы и выбор алгоритма сжатия. Преобразование изображений. Ортогональные преобразования. Дискретное косинусное преобразование. Другие виды преобразований.
- 6. Сжатие аудио информации.** Звук. Оцифрованный звук. Сжатие звука. Кодеры звука стандартов MPEG. Развитие стандарта MPEG.
- 7. Сжатие изображений в телевидении.** История развития и принципы построения цифрового телевидения. Дискретизация и квантование ТВ-сигнала. Алгоритм сжатия изображения. Структурная схема видеокодера.

8. Другие методы сжатия. Вейвлет-преобразования. Фрактальное кодирование.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция с элементами лекции-беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В образовательном процессе по дисциплине используются:
для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office и свободные аналоги;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «Консультант Студента»:
<https://www.studentlibrary.ru/>

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Казарин Л.С. Теория кодирования. Учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ, 1987.
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/19870231.pdf>

б) дополнительная литература

1. Д. Соломон, Сжатие данных, изображений и звука. Техносила, 2006.
2. Сергеенко В.С., Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах. М., РадиоСофт, 2012.
3. Кудряшов Б. Д. Теория информации. учеб. пособие для вузов. СПб., Питер, 2009.
4. Р. Морелос-Сарагоса, Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. М., Техносфера, 2006.
5. Краснов М.В. Методы сжатия: метод. указания – Ярославль, ЯрГУ, 2009.
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20090410.pdf>
6. Краснов М.В. Методы сжатия информации: текст и информация: метод. указания - Ярославль, ЯрГУ, 2014. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20140407.pdf>

в) ресурсы сети «Интернет»

1. [http:// www.compression.ru](http://www.compression.ru)
2. [http:// the-art-of-ecc.com](http://the-art-of-ecc.com)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и текущего обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

доцент кафедры математического анализа кандидат физ.-мат. наук

Глазков Д.В.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Алгоритмы кодирования»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации**

Задание для самостоятельной работы № 1

Закодировать, используя статистический метод Хаффмана, слова:

- а) молоко;
- б) железо;
- с) кирпич.

Задание для самостоятельной работы № 2

1) Используя арифметическое кодирование, закодировать слова:

- а) молоко;
- б) железо;
- с) кирпич.

Задание для самостоятельной работы № 3

Задан вектор $x = (1,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,0,1)$ для которого необходимо выполнить преобразование RLE и проанализировать: есть ли выгода от применения RLE, если результат преобразования и сам вектор x сжимается статистическим методом Хаффмана.

Задание для самостоятельной работы № 4

Дан блок размера 8×8 полутонового черно-белого изображения

231	224	224	217	217	203	189	196
210	217	203	189	203	224	217	224
196	217	210	224	203	203	196	189
210	203	196	203	182	203	182	189
203	224	203	217	196	175	154	140
182	189	168	161	154	126	119	112
175	154	126	105	140	105	119	84
154	98	105	98	105	63	112	84

Выполнить для него преобразование JPEG.

Задание для самостоятельной работы № 5

Для заданного вектора $x = (20, 18, 10, 21, 44, 24, 11, 24)$ выполнить преобразование DWT для сжатия с потерями и без потерь.

Контрольная работа № 1

1. Алфавитом (а, в, о, р, т) закодировать строку «ворота» с помощью алгоритма Хаффмана.

2. Дан алфавит: (б, е, з, м, л, ь). Каждый символ алфавита задан вероятностью появления его в тексте.

символ	б	е	з	м	л	ь
вероятность	1/10	2/10	1/10	2/10	2/10	2/10

Закодировать алфавит с помощью алгоритма Шеннона.

3. Закодировать с помощью алгоритма LZW фразу «abcdabce abcd abceabscabscabcd». Размер словаря не ограничен.

4. Найти матрицу дискретного косинусного преобразования при $n = 4$.

5. Записать матрицу псевдокосинусного преобразования $W(8)$.

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

Пороговый уровень - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций».

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;

- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Алгоритмы кодирования»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Форма изложения материала – лекции и практические занятия. Для лучшего понимания теории необходимо решение задач, в том числе самостоятельное для закрепления полученных навыков.

Рекомендуется проведение в течение семестра контрольной работы для понимания степени усвоения дисциплины студентами. По ее итогам проводится разбор наиболее типичных ошибок и при необходимости повторение наиболее трудного материала. Также возможно поощрение отличившихся студентов некоторыми послаблениями на зачете на усмотрение преподавателя.