

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

Кафедра алгебры и математической логики

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

20 июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Теория кодирования

Направление подготовки (специальности)
10.03.01 Информационная безопасность

Направленность (профиль)
«Безопасность компьютерных систем (в сфере информационных технологий)»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 18 апреля 2023 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК
математического факультета
протокол № 9 от 3 мая 2023 г.

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины "Теория кодирования" являются: формирование математической культуры студента, фундаментальная подготовка по одному из основных разделов дискретной математики, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Алгебраические методы в кодировании» является дисциплиной по выбору и относится к вариативной части Блока 1. (Б1.0.ДВ.03.01)

Для успешного изучения этой дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения школьного курса математики, а также некоторых разделов из математического анализа и алгебры.

Теория кодирования относится к числу основных разделов современной прикладной математики. Знание основ теории кодирования является важной составляющей общей математической культуры выпускника. Эти знания необходимы как при проведении теоретических исследований в различных областях математики, так и при решении практических задач из разнообразных прикладных областей, таких как информатика, программирование, обработка и передача данных, криптография и др.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

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
Универсальные компетенции		
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-УК-1_5 Способность осуществлять анализ с позиций алгебраического подхода, формализацию задач и на этой основе вырабатывать стратегию действий	1. Знать: Основные алгебраические модели и конструкции. 2. Уметь решать системы линейных уравнений 3. Владеть навыками вычислений в основных алгебраических системах
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ИД-ОПК-3_4 Способность разрабатывать и анализировать математические модели механизмов защиты информации	1. Знать: Основные методы и формулировки результатов, использующихся в защите информации 2. Уметь обосновывать алгоритмы защиты информации 3. Владеть навыками быстрых вычислений в основных алгебраических системах

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 акад. часов.

№ 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	самостоятельная работа	
1	Введение.	4	2	1				1	
2	Основные понятия теории кодов.	4	2	1				4	
3	Сжатие информации.	4	2	1				4.7	Задания для самостоятельной работы
4	Алгебраические конструкции.	4	2	1		1		4	Задания для самостоятельной работы
5	Основные матричные коды.	4	2	1		1		4	Задания для самостоятельной работы
6	Поля Галуа.	4	2	1		1		4	Контрольная работа 1
7	Циклические коды.	4	4	1		1		4	
8	Квадратично вычетные коды.	4	2	1				4	
9	Схемная реализация циклических кодов.	4	2	1		1		4	
10	БЧХ-коды.	4	4	2				4	
11	Границы возможного.	4	2	1				4	
12	Коды и обработка сигналов.	4	2	1				4	
13	Рекурренты и коды.	4	2	1		1		4	Контрольная работа 2
14	Квантовые коды.	4	2	1				4	
							0,3		зачет
	Всего		32	16		6	0,3	53,7	

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение.

1.1. Предмет и методы современной прикладной алгебры. Взаимодействие «чистой» и «прикладной» математики. Некоторые модельные задачи.

2. Основные понятия теории кодов.

2.1 Дискретный канал связи. Основные понятия теории кодов.

2.2. Простейшие двоичные коды. Недвоичное кодирование. Расстояние Хэмминга и расстояние Ли

3. Сжатие информации.

3.1. Представление информации, сжатие и восстановление информации. Код Фано.

3.2. Префиксные коды. Неравенство Крафта.

3.3. Код Хаффмена. Методы сжатия информации.

4. Алгебраические конструкции.

4.1 Необходимые алгебраические конструкции. Группы, кольца, поля, линейные векторные пространства, линейные операторы, тензорное произведение пространств и Кронекеровское произведение матриц

5. Основные матричные коды.

5.1 Линейные блочные коды. Структура линейных кодов. Матричное описание. Стандартное расположение кода.

5.2 Коды Хэмминга. Совершенные и квазисовершенные коды. Простые преобразования линейного кода.

5.3 Коды Рида – Маллера.

6. Поля Галуа.

6.1 Арифметика полей Галуа. Кольцо целых чисел. Конечные поля. Кольца многочленов и поля, основанные на кольцах многочленов. Примитивные элементы. Строение конечного поля.

7. Циклические коды.

7.1. Циклические коды. Код с точки зрения расширения поля. Матричное описание циклических кодов.

7.2. Коды Хэмминга как циклические коды. Циклические коды, исправляющие пакеты ошибок.

8. Квадратично вычетные коды

8.1. Двоичный код Голея. Квадратично вычетные коды.

9. Схемная реализация циклических кодов.

9.1. Схемная реализация циклического кодирования. Логические цепи для арифметики конечного поля. Цифровые фильтры. Кодеры и декодеры на регистрах сдвига. Декодер Меггита. Вылавливание ошибок. Укороченные коды. Декодер для кода Голея.

10. БЧХ-коды

10.1. БЧХ – коды. Определение БЧХ-кодов. Декодер Питерсона – Горенштейна – Цирлера.

10.2. Коды Рида – Соломона.

10.3. Декодирование двоичных БЧХ-кодов.

11. Границы возможного.

11.1. Границы в теории кодирования. Граница Хэмминга, Граница Варшамова – Гильберта. Граница Плоткина.

11.2. Орбитные коды и коды на Евклидовой сфере.

12. Коды и обработка сигналов.

13.1. Латинские квадраты и коды. Мажоритарное декодирование.

13.2. Матрицы Адамара и преобразования Адамара – Уолша в обработке сигналов

13. Рекурренты и коды.

13.1 Линейные рекуррентные последовательности и разностные коды. Радар.

13.2. Псевдослучайные последовательности на регистрах сдвига.

13.3. Усложнение простых рекуррент.

14. Квантовые коды.

14.1. Понятие о квантовых кодах. Аналоги кодов Рида – Маллера для квантового канала. Некоторые хорошие коды. Связь с алгебро-геометрическим подходом

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция -- дает первое целостное представление о предмете и ориентирует студента в системе обучения дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки специалиста. 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 курса, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов. В процессе лекции систематически создаются проблемные ситуации, когда студентам предлагается самостоятельно доказать то или иное математическое утверждение, являющееся фрагментом основной темы лекции.

Инструктивная лекция – проводится с целью организации последующей самостоятельной работы студентов по углублению, систематизации и обобщению материала данной дисциплины.

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

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации
- программы Microsoft Office и издательская система LaTeX;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система «БУКИ-NEXT» (АБИС «Буки-Next»).

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

а) основная литература

1. Вернер М. Основы кодирования: учебник для вузов. / М. Вернер; пер. с нем. ; ИППИ РАН - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - 4 экз.

2. Березкин, Е. Ф. Основы теории информации и кодирования : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-3138-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108326> (дата обращения: 29.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Казарин Л.С. Введение в теорию кодирования, сжатия и восстановления информации [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Л. С. Казарин, М. А. Заводчиков; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. - Ярославль: ЯрГУ, 2020. - 110 с.
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20200206.pdf>

б) дополнительная литература

1. Методы сжатия информации [Электронный ресурс] : текст и изображение : метод. указания для студентов, обучающихся по направлению Фундаментальная информатика и информационные технологии / сост. М. В. Краснов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2014, 54с. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20140407.pdf>
2. Сэломон, Д., Сжатие данных, изображений и звука : учеб. пособие для вузов / Д. Сэломон ; пер. с англ. В. В. Чепыжова ; ИППИ РАН, М., Техносфера, 2006, 365с
3. Чечёта, С. И., Введение в дискретную теорию информации и кодирования : учеб. пособие для вузов / С. И. Чечёта, М., Изд-во МЦНМО, 2011, 223с

в) ресурсы сети «Интернет»

1. 1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
2. Электронная библиотека ЯрГУ: <http://www.lib.uniyar.ac.ru/>
3. <http://mech.math.msu.su/departments/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке (<http://www.edu.ru/library>).
5. [http:// www.tc26.ru](http://www.tc26.ru)
6. [http:// www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub_id=919061](http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub_id=919061)
7. <http://habrahabr.ru/post/210684/>
8. http://www.nist.gov/customcf/getpdf.cfm?pub_id=919061
9. <http://www.streebog.info/news/opredeleny-pobediteli-konkursa-po-issledovaniyu-khesh-funksii-stribog/>

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

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Зав. кафедрой алгебры и математической логики, профессор

Л.С.Казарин

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

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

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации**

Задания по теме №1 «Введение»

Раздел 1.1. Упражнения из пособия Белоногова В.А.

Задания по теме №2. Основные понятия теории кодов.

Раздел 2.1 Пособие Упражнения из пособия Белоногова В.А.

Раздел 2.2. Пособие Упражнения из пособия Белоногова В.А.

Задания по теме №3 . Сжатие информации.

Разделы 3.1.- 3.3. Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №4. Алгебраические конструкции.

Раздел 4.1 Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №5. Основные матричные коды.

Разделы 5.1 – 5.3 Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №6. Поля Галуа.

Раздел 6.1 Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №7. Циклические коды.

Разделы 7.1. – 7.2. Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М..

Задания по теме №8. Квадратично вычетные коды

Раздел 8.1. Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №9. Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №10. БЧХ-коды

Разделы 10.1.- 10.3 Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №11. 11. Продвинутое алгоритмы кодирования

Разделы 11.1 – 11.3 Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №12. Границы возможного

Раздел 12.1. Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М.

Задания по теме №13. Границы возможного

Разделы 13.1 -13.2. Пособие Белоногова В.А., книга Вернера М., пособие Казарина Л.С.

Задания по теме №14. Рекурренты и коды.

Разделы 14.1 Пособие Белоногова В.А.

Контрольная работа № 1 (один из вариантов)

1. Разложить двоичный многочлен на множители.
2. Дана проверочная матрица линейного кода. Найти кодирующую матрицу.
3. Существует ли квадратично-вычетный код длины 2011?
4. Найти порождающий многочлен кода Рида-Соломона, исправляющего 2 ошибки, основываясь на поле $GF(16)$.
5. Телеграмма на русском языке содержит не более 100 букв. Требуется построить код, исправляющий 5 ошибок
6. Найти порождающий многочлен $(63,55)$ -кода над $GF(8)$.
7. Пусть $(1, 1, 0, 1, 0, 1, 1)$ и $(1,1, 0,0, 1,1,1, 1)$ – искаженные слова расширенных (по-разному) кодов Хэмминга. Какое из этих слов содержит одиночную ошибку? Исправить.

Контрольная работа № 2 (один из вариантов)

1. Сколько существует неприводимых многочленов степени 4 над полем из 3 элементов?
2. Какова должна быть вероятность q ошибки при передаче по двоичному симметричному каналу блока из 8 символов, чтобы не менее половины из них была принята правильно с вероятностью не менее 0.99?
3. Для кода Рида – Маллера первого порядка исправить или обнаружить ошибки в заданных преподавателем словах.
4. Как определяются энтропия и избыточность языка?
5. Написать программу вычисления НОД двух многочленов над полем из 3 элементов..
6. Найти преобразование Фурье последовательности из 16 элементов в конечном поле.
7. Построить декодер для кода с перемежением, позволяющий исправлять все пакеты длины 2.

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

- Дискретный канал связи. Основная модель теории кодирования, контролирующего ошибки. Основные понятия теории кодов. Простейшие двоичные коды. Недвоичное кодирование.
- Информация одного события. Энтропия и избыточность. Дискретный канал связи без памяти.
- Теорема кодирования источников. Префиксные коды. Неравенства Крафта и Мак-Миллана.
- Код Фано. Коды Хаффмана.
- Энтропия связанных источников. Взаимная и условная информация.
- Совместная и условная энтропия. Примеры вычислений.
- Теорема кодирования стационарного дискретного источника с памятью.
- Энтропия стационарного марковского источника. Кодирование стационарных марковских источников.
- Передача информации по дискретному симметричному каналу. Пропускная способность канала.
- Пропускная способность двоичного симметричного канала со стираниями. Теорема кодирования Шеннона. Непрерывные источники и каналы.
- Структура линейных блочных кодов. Матричное описание линейных блочных кодов.
- Стандартное расположение. Коды Хэмминга. Совершенные и квазисовершенные коды.
- Простые преобразования линейного кода. Коды Рида – Маллера.
- Код с точки зрения расширения поля. Полиномиальное описание циклических кодов. Матричное описание циклических кодов.
- Коды Хэмминга как циклические коды.
- Циклические коды, исправляющие две ошибки.
- Циклические коды, исправляющие пакеты ошибок. Двоичный код Голея.
- Логические цепи для арифметики конечного поля. Цифровые фильтры. Кодеры и декодеры на регистрах сдвига.
- Декодер Меггита. Вылавливание ошибок.
- Укороченные циклические коды. Декодер для кода Голея.
- Определение БЧХ-кодов. Декодер Питерсона – Горенштейна – Цирлера.
- Коды Рида – Соломона.
- Декодирование двоичных БЧХ-кодов.
- Границы в теории кодов.
- Латинские квадраты и коды. Мажоритарное декодирование.
- Матрицы Адамара.
- Линейные рекуррентные последовательности и радар.
- Орбитные коды и коды на Евклидовой сфере.
- Понятие о квантовых кодах и квантовых вычислениях

Некоторые дополнительные задания для экзамена

- 1 Сжать методом Хаффмана алфавит из 6 символов с вероятностями 1/10, 2/10, 3/10, 5/100, 5/100, 3/10.

- 2 Закодировать сообщение «СТУДЕНТ МАТФАКА», используя алгоритмы LZ77, LZ78, LZSS и LZW. Вычислить длины в битах полученных кодов при ограничениях на размер словаря и величину буфера.
- 3 Сжать с помощью арифметического кодирования строку «Жираф – длинношеее животное».
- 4 Дан марковский источник первого порядка с графом состояний из двух связанных вершин A и B, причем переходные вероятности $p(A|A)=0.9$, $p(B|B)=0.7$, $p(B|A)=0.1$ и $p(A|B)=0.3$. Найти стационарное распределение вероятностей и энтропию источника.
- 5 Написать схему декодера, для кода, исправляющего 2 ошибки.
- 6 Предложить схему рекуррентной последовательности, имеющей период не менее 1000.

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.

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Теория кодирования» являются лекции и практические занятия, причем в достаточно большом объеме. Это связано с тем, что теория кодирования представляет собой особый математический аппарат, важную роль в котором играет алгебра, с помощью которого математика решает довольно сложные и нетривиальные задачи. По всем темам предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам и отработка навыков работы с математическим аппаратом теории кодирования и сжатия информации.

Особенность дисциплины состоит в ее существенно более абстрактный характер по сравнению с другими дисциплинами и явно выраженный прикладной аспект. Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. В течение всего обучения на лекциях предлагаются нестандартные задачи, решая которые студент может повысить свой уровень освоения теоретического материала. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы теории. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы с аппаратом алгебры в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде 2 контрольных и 2 самостоятельных работ. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Оценка выставляется по итогам тестирования и краткого собеседования по его результатам. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя теоретический вопрос и задачу. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Теория кодирования» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью и абстрактностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет и экзамен по итогам изучения дисциплины в каждом семестре студенту практически невозможно.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу, с подробно разобранными решениями задач. К таким можно отнести следующие издания:

а) основная литература

1. Вернер М. Основы кодирования. М: Техносфера, 2006, 286 с.
2. Белоногов В.А. Теория кодирования: учебное пособие/ В.А. Белоногов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009, 162 с.
3. Казарин Л.С. Введение в теорию кодирования, сжатия и восстановления информации: учебно-методическое пособие / Л. С. Казарин, М.А. Заводчиков; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2020. – 110с.

б) дополнительная литература

1. Морелос – Сарагоса М. Искусство помехоустойчивого кодирования: методы, алгоритмы, применение. М: Техносфера, 2006. – 319 с.
2. . Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука, М.: Техносфера, 2006, 365 с.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") www.informika.ru.

ИС "Единое окно" объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

-Электронная библиотека – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

-Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

-Библиотеки вузов. Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.