



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)


СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


(подпись)

Ралин А.Ю.
(ФИО)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента


(подпись)

«01» марта 2022



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория информации и кодирования

Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии
(Информационные системы и технологии)

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 0 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 / пр. 18 / лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену 0 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 6 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.07.2017 № 926 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента информационных и компьютерных систем, протокол № 7 от 25 февраля 2022 г.

Директор департамента информационных и компьютерных систем Пустовалов Е.В.

Составитель: д.т.н., профессор Кулешов Е.Л.

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Теория информации и кодирования»

Дисциплина «Теория информации и кодирования» предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль «Информационные системы и технологии», и входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (индекс Б1.В.03.03).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студентов (90 часов). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

Цель – изучение студентами принципов измерения, обработки, сжатия, кодирования информации, определение пропускной способности каналов связи с помехами и без помех.

Задачи:

- изучение основных положений теории информации для дискретных событий;
- изучение основных положений теории информации для непрерывных событий;
- изучение каналов связи и их характеристик;
- изучения методов кодирования и характеристик кодов;
- применение на практике полученных теоретических знаний.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие **компетенции**.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Исследование моделей и методов информационных систем и технологий	информационные системы и технологии	ПК-1. Способность проводить исследования на всех этапах жизненного цикла информационных систем	ПК-1.1. – знает методологию проведения исследований в области информационных систем и технологий ПК-1.2. – умеет выбирать и применять методы исследования на всех этапах жизненного	06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере исследования, разработки, внедрения и сопровождения

			цикла информационных систем ПК-1.3. – владеет навыками проведения исследований на всех этапах жизненного цикла информационных систем	информационных технологий и систем)
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Управление программно-аппаратными средствами инфокоммуникационной системы организации, администрирование сетей	сети и телекоммуникации	ПК-5. Способность выполнять работы по обслуживанию и управлению программно-аппаратными средствами сетей и инфокоммуникаций	ПК-5.1. – знает архитектуру, принципы функционирования программно-аппаратных средств инфокоммуникационных систем и сетей ПК-5.2. – умеет устанавливать, настраивать и эксплуатировать программно-аппаратные средства инфокоммуникационных систем и сетей ПК-5.3. – владеет навыками управления программно-аппаратными средствами сетей и инфокоммуникаций, администрирования сетей	06.026 Системный администратор информационно-коммуникационных систем

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

МОДУЛЬ 1. ЭНТРОПИЯ И ИНФОРМАЦИЯ

Раздел I. Энтропия и информация в дискретном случае (3 час.)

Тема 1. Энтропия дискретных событий (1 час.)

Необходимые сведения из теории вероятности. Энтропия как мера неопределенности опыта. Свойства энтропии. Единицы измерения неопределенности. Теорема: Как энтропия одного исхода, так и средняя энтропия всегда не отрицательны. Теорема: Энтропия имеет максимальное значение, когда исходы опыта равновероятны. Статистический смысл энтропии.

Тема 2. Энтропия сложных событий (1 час.)

Энтропия сложных событий. Теорема: Если случайные величины α и β независимы, то полная (совместная) энтропия $H(\alpha\beta)$ распадается на сумму

энтропий $H(\alpha) + H(\beta)$. Теорема: Энтропия обладает свойством иерархической аддитивности. Теорема: Условная энтропия не может превосходить безусловную.

Тема 3. Информация и энтропия в дискретном случае (1 час.)

Определение информации. Средняя взаимная информация. Собственная информация. Количественная мера информации. Теорема: Пусть $\alpha\beta$ дискретный совместный ансамбль. Для средней взаимной информации между α и β справедливо $I(\alpha, \beta) \geq 0$.

Раздел II. Энтропия и информация в непрерывном случае (3 час.)

Тема 1. Информация и энтропия в непрерывном случае (3 час.)

Эпсилон энтропия. Дифференциальная энтропия. Информация для непрерывного опыта. Дифференциальная энтропия случайного процесса с нормальным распределением.

МОДУЛЬ 2. КАНАЛЫ СВЯЗИ И КОДИРОВАНИЕ

Раздел I. Каналы связи (6 час.)

Тема 1. Каналы связи (2 час.)

Передача сообщений по линиям связи. Блок-схема системы связи с кодером и декодером. Определения: Канал связи, емкость канала, Источник информации или сообщения, Сообщение, Алфавит, Код, Кодирование, Основание кода. Характеристики линии связи без помех.

Тема 2. Передача информации по каналам связи без помех (2 час.)

Передача сообщений без помех. Пропускная способность линии. Характеристики линии связи с помехами. Теорема Шеннона о кодировании в отсутствии помех.

Тема 3. Передача информации по каналам связи с помехами (2 час.)

Передача сообщений при наличии помех. Пропускная способность линии связи с помехами. Характеристики линии связи с помехами. Двоичная симметричная линия связи. Двоичная несимметричная линия связи. Линия связи со стиранием. Теорема Шеннона о кодировании при наличии помех. Пропускная способность непрерывного канала при наличии аддитивного шума.

Раздел II. Кодирование (6 час.)

Тема 1. Основы кодирования (2 час.)

Код Морзе и код Бодо. Коды: Двоичные, троичные и т.п. (по основанию кода); Равномерные, не равномерные; С запятой и без запятой; Префиксные.

Тема 2. Коды Шеннона-Фано и Хаффмана (1 час.)

Коды Шеннона — Фано и Хаффмана. Оптимальность кода Хаффмана. Код Гилберта-Мура. Основная теорема о кодировании при отсутствии помех.

Тема 3. Коды обнаруживающие и исправляющие ошибки (1 час.)

Коды обнаруживающие и исправляющие одиночные ошибки. Эффективность кода. Проверки на четность. Коды обнаруживающие и исправляющие двойные ошибки. Линейные (N, M) коды. Определение количества контрольных сигналов.

Тема 4. Неравенство Хемминга, неравенство Варшамова-Гилберта (1 час.)

неравенством Варшамова — Гилберта или верхней границей Варшамова — Гилберта. общий (N, M) -код с проверками на четность. систематическими кодами с проверками на четность. линейными кодами или групповыми кодами. Циклические коды. Верхняя граница Хемминга числа кодовых обозначений.

Тема 5. Алгоритмы сжатия информации (1 час.)

Словарные методы. Алгоритм RLE. Алгоритмы группы LZ.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Решение задач по определению энтропии в дискретном случае (3 час.)

1. Имеются две урны, содержащие по 20 шаров — 10 белых, 5 черных и 5 красных в первой и 8 белых, 8 черных и 4 красных во второй. Из каждой урны вытаскивают по одному шару. Исход какого из этих двух опытов следует считать более неопределенным?

2. Пусть из многолетних наблюдений за погодой известно, что для определенного пункта вероятность того, что 15 июня будет идти дождь, равна 0,4, а вероятность того, что в указанный день дождя не будет, равна 0,6. Пусть далее для этого же пункта вероятность того, что 15 ноября будет идти дождь равна 0,65, вероятность того, что 15 ноября будет идти снег, равна 0,15 и вероятность того, что 15 ноября вовсе не будет осадков, равна 0,2. Если из всех характеристик погоды интересоваться лишь вопросом о наличии и о характере осадков, то в какой из двух перечисленных дней погоду в рассматриваемом пункте следует считать более неопределенной?

Занятие 2. Решение задач по определению энтропии сложных событий (3 час.)

1. Известно, что некоторой болезнью в среднем болеют 2 человека из 100. Для выявления болезни используется определенная реакция, которая всегда оказывается положительной в том случае, когда человек болен; если же человек здоров, то она столь же часто бывает положительной, как и отрицательной. Пусть опыт b стоит в определении того, болен или здоров человек, а опыт a — в определении результата указанной реакции. Спрашивается, какова будет энтропия $H(b)$ опыта b и условная энтропия $H(b|a)$ опыта b при условии осуществления a .

2. Пусть опыты a и b состоят в последовательном извлечении двух шаров из урны, содержащей m черных и $n - m$ белых шаров (a — извлечение (определение его цвета) первого шара, b — извлечение (определение его цвета) второго шара). Чему равны энтропии $H(a)$ и $H(b)$ опытов a и b и условные энтропии $H(b|a)$ и $H(a|b)$ тех же опытов? Решите ту же задачу при условии, что опыт a состоит в извлечении k шаров из урны, а опыт b — в последующем извлечении еще одного шара.

Занятие 3. Решение задач по нахождению энтропии в непрерывном случае (3 час.)

1. Определить дифференциальную энтропию равномерного на интервале $\{-W_1; +W_2\}$ распределения

2. Как изменится дифференциальная энтропия случайного распределения с нормальным распределением если: а) среднее значение увеличится в 2 раза; б) дисперсия уменьшится в 2 раза.

Занятие 4. Решение задач по нахождению количества информации в дискретном случае (3 час.)

1. Пусть для некоторого пункта вероятность того, что 15 июня будет идти дождь, равна 0,4, а вероятность того, что дождя не будет, равна 0,6. Пусть далее для этого же пункта вероятность дождя 15 октября равна 0,8, а вероятность отсутствия дождя в этот день — всего 0,2. Предположим, что определенный метод прогноза погоды 15 июня оказывается правильным в $3/5$, всех тех случаев, в которых предсказывается дождь, и в $4/5$ тех случаев, в которых предсказывается отсутствие осадков; в применении же к погоде 15 октября этот метод оказывается правильным в $9/10$ тех случаев, в которых предсказывается дождь, и в половине случаев, в которых предсказывается отсутствие дождя (сравнительно большой процент ошибок в последнем случае естественно объясняется тем, что предсказывается маловероятное событие, предугадать которое довольно трудно). Спрашивается, в какой из двух указанных дней прогноз дает нам больше информации о реальной погоде?

2. Пусть опыт β состоит в извлечении одного шара из урны, содержащей 5 черных и 10 белых шаров, опыт α_k — в предварительном извлечении из той же урны (без возвращения обратно) k шаров. Чему равна энтропия опыта β и информация об этом опыте, содержащаяся в опытах $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_{13}, \alpha_{14}$

Занятие 5. Решение задач по нахождению количества информации в непрерывном случае (3 час.)

1. Чему равно приращение энтропии системы ΔH при переходе системы из состояния, характеризуемого среднеквадратическим отклонением σ_1 , в состояние, характеризуемое величиной σ_2 : а) в случае нормально распределения координаты, б) в случае равномерного распределения координаты?

2. Информация передается при помощи частотно-модулированных сигналов, рабочая частота F которых изменяется с равной вероятностью в пределах от $F_1=10\text{МГц}$ до $F_2=50\text{МГц}$. Определить энтропию частоты, если точность измерения частоты ΔF равна 2кГц .

Занятие 6. Закрепление материала по предыдущим занятиям (3 час.)

1. Максимальная энтропия опыта с количеством исходов M
2. Энтропия случайного события
3. Энтропия сложного опыта, независимые события
4. Условная энтропия
5. Средняя условная энтропия
6. Энтропия сложного опыта, зависимые события
7. Дифференциальная энтропия случайного события
8. Взаимная информация в дискретном случае
9. Информация случайного события в непрерывном случае

Занятие 7. Решение задач по определению пропускной способности линии связи без помех (3 час.)

1. Радиостанция может работать на волне λ_1 (событие A_1) или на волне λ_2 (событие A_2); в импульсном (событие B_1) или непрерывном (событие B_2) режимах. Вероятности совместных событий имеют следующие значения: $P(A_1B_1)=0.7$; $P(A_1B_2)=0.15$; $P(A_2B_1)=0.05$; $P(A_2B_2)=0.1$. Вычислить количество информации, получаемой относительно режима работы станции, если станет известна длина волны станции.

2. Определить среднюю взаимную информацию между двумя буквами алфавита, если известно, что средняя энтропия алфавита равна 5 бит, а энтропия на пару букв равняется 8.3 бита.

Занятие 8. Решение задач по определению пропускной способности линии связи с помехами (3 час.)

1. Сигнал S подается на вход канала с вероятностью 0.6 и отсутствует на входе с вероятностью 0.4. Поступивший сигнал воспроизводится на выходе канала с вероятностью 0.8 и теряется с вероятностью 0.2. при отсутствии сигнала на выходе возможен ложный сигнал S' на выходе с вероятностью 0.3. Определить среднее количество информации о входном сигнале по фиксируемому выходному.

2. Определить количество информации, передаваемое по двоичному симметричному каналу, если $p_1=0,2$; $p_0=0.8$.

Занятие 9. Решение задач по кодированию информации (3 час.)

1. Для двоичного источника с вероятностью появления «1» 0.1 исследовать зависимость эффективности равномерного кода от длины кодируемых блоков (до 4).

2. Источник информации задан матрицей:

$$\begin{matrix} \|X\| \\ \|P\| \end{matrix} = \begin{matrix} \| x_1 & x_2 & \dots & x_8 \| \\ \| 1/8 & 1/8 & \dots & 1/8 \| \end{matrix}.$$

Закодировать ансамбль сообщений x_i равномерным двоичным кодом. Определить основные характеристики кодов.

Занятие 10. Построение кодов Шеннона-Фано и Хаффмана (3 час.)

1. Построить код Шеннона-Фано для ансамбля сообщений с вероятностями $1/6, 1/6, \dots, 1/6$. Определить характеристики кода.

2. В сообщениях используются символы алфавита A_1, A_2, A_3, A_4 с вероятностями соответственно 0.45; 0.1; 0.15; 0.3. Для передачи сообщения по каналу связи могут быть применены два кода. В первом символам алфавита соответствуют кодовые последовательности a, b, c, d , во втором a, d, b, c . Длительности кодовых последовательностей в условных единицах равны: $t_a=8, t_b=6, t_c=5, t_d=3$. Определить количество информации, передаваемое каждым кодом в единицу времени. Построить, используя данные кодовые последовательности оптимальный код.

Занятие 11. Построение (N, M) кодов (2 час.)

1. Построить (N,M) код с длиной информационной части 3, обнаруживающий одиночные ошибки.

2. Определить эффективность кода обнаруживающего и исправляющего одиночные ошибки, если его общая длина равна 3.

Занятие 12. Закрепление материала по предыдущим занятиям (2 час.)

1. Линия связи без помех

2. Линия связи с помехами

3. Мгновенные коды. Равномерные и неравномерные коды.

Экономность кода.

4. Коды Шеннона-Фано, код Хаффмана.

5. (N,M) коды, матричное задание кодов.

Занятие 13. Построение кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки (1 час.)

1. Определить количество контрольных сигналов в двоичном коде общей длиной 10, обнаруживающем и исправляющем двойные ошибки.

2. Построить код $(7,4)$ с проверками на четность, обнаруживающий одиночные и двойные ошибки.

Занятие 14. Использование алгоритмов сжатия информации (1 час.)

1. Словарным методом сжать следующую строку символов: 0, 0, 0, 0, 0, 0, 4, 2, 0, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 80, 80, 80, 80, 0, 2, 2, 2, 2, 255, 255, 255, 255, 255, 0, 0. Определить степень сжатия.

2. Алгоритмом LZW сжать фразу: The compression and the decompression leave an impression. Определить степень сжатия.

Самостоятельная работа (90 час.)

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	еженедельно	Домашнее задание	54	Проверка ДЗ
2	12-16 неделя обучения	Подготовка творческого задания	36	Выступление по результатам
ИТОГО			90	

**III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Самостоятельная работа по выполнению домашнего задания должна включать в себя повторение лекционного материала, повторение формул по разделу, повторение решенных задач по разделу, решение задач домашнего задания по разделу. Выполненное задание должно быть оформлено в соответствии с требованиями по оформлению решения задач, текст, формулы легко читаемы.

Самостоятельная работа по подготовке творческого задания должна включать в себя поиск информации в сети Интернет и рекомендуемых источниках, обсуждение основных характеристик, подготовка черновиков презентаций и текста выступления. Презентация должна быть не менее 15 слайдов, выступление продолжительностью 15-18 минут. Каждая малая группа должна подготовить вопросы для остальных групп по их темам.

Самостоятельная работа по подготовке к экзамену должна включать повторение теоретического материала, подготовку ответов на вопросы с использованием лекций и рекомендуемых источников.

Оценка результатов самостоятельной работы по подготовке творческого задания выполняется по следующим критериям:

5 баллов выставляется, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Продемонстрированы знания и владения навыками самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

4 балла - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

3 балла - Студент провел достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

2 балла - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Оценка результатов самостоятельной работы в малых группах выполняется по следующим критериям:

5 баллов выставляется, если студент/группа выразили своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировали его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Продемонстрировано знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа международно-политической практики. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет

4 балла - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

3 балла - проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы

2 балла - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Энтропия и информация в дискретном случае	ПК-1	знает	ПР-7	1-4
		ПК-5	умеет	ПР-13	5-7

			владеет	УО-3	Решение задач
2	Раздел II. Энтропия и информация в непрерывном случае	ПК-1 ПК-5	знает	ПР-7	8,9
			умеет	ПР-13	10-11
			владеет	УО-3	Решение задач
3	Раздел I. Каналы связи	ПК-1 ПК-5	знает	ПР-7	12-14
			умеет	ПР-13	15-16
			владеет	УО-3	Решение задач
4	Раздел II. Кодирование	ПК-1 ПК-5	знает	ПР-7	12, 21-23
			умеет	ПР-13	17- 20, 24-26
			владеет	УО-3	Решение задач

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Белаш, В. Ю. Теория информации : учебно-методическое пособие / В. Ю. Белаш. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 45 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/84443.html>

2. Горячкин, О. В. Теория информации и кодирования. Часть 1. Теория потенциальной помехоустойчивости [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Горячкин. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 94 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77235.html>

3. Горячкин, О. В. Теория информации и кодирования. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Горячкин. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 138 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75413.html>

4. Котенко, В.В. Теория информации : учеб. пособие / В.В. Котенко, К.Е. Румянцев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 239 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039707>

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Авдошин, С.М. Дискретная математика. Модулярная алгебра, криптография, кодирование [Электронный ресурс] / С.М. Авдошин, А.А. Набебин. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 352 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1027855>
2. Белаш, В. Ю. Теория информации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. Ю. Белаш. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 45 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84443.html>
3. Зверева Е.Н. Сборник примеров и задач по основам теории информации и кодирования сообщений [Электронный ресурс] / Зверева Е.Н., Лебедько Е.Г. — СПб.: Университет ИТМО, 2014. — 76 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68114.html>
4. Информационная энтропия и неравномерное кодирование : учебное пособие / М. Н. Болдырева, А. А. Магазев, И. В. Широков, М. В. Щерба. — Омск : Омский государственный технический университет, 2021. — 90 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124824.html>
5. Сагалович, Ю.Л. Введение в алгебраические коды : учебное пособие / Ю. Л. Сагалович. – Москва : Изд-во Института проблем передачи информации РАН, 2014. – 310 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:756734&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Журнал Открытые системы: <http://www.osp.ru/os/#/home>
2. Международный компьютерный журнал:
<http://www.computerworld.ru/>
3. Журнал iXBT: <http://mag.ixbt.com/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При подготовке к зачету рекомендуется просмотреть материалы лекций и собственные конспекты, разбить вопросы по разделам и темам, затем определить содержание ответов на вопросы.

Электронный курс, размещенный в ББ требует регистрации (она свободная), далее выполнения заданий, размещенных в разделе Контрольно измерительные материалы. По каждому заданию имеется возможность трижды загрузить материал, в случае исправлений или замечаний преподавателя. Загруженный материал до проверки преподавателем может быть самостоятельно удален студентом. После проверки преподавателем по

заданию выставляется предварительная оценка с замечаниями для доработки, если задание предусматривает аудиторное представление результатов.

Выполнение заданий в малых группах и творческого задания предусматривает выбор подраздела курса и согласование его с преподавателем.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус L, ауд. L 502 учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья
Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус L, ауд. L 507 специализированная лаборатория кафедры КС: Лаборатория микропроцессорной техники	Стеллажи, столы и стулья Мультимедийное оборудование: проектор BENQ CH100, ноутбук ACER ASPIRE TimeLine 3495
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigE, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теория информации и кодирования» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Теория информации и кодирования» проводится в форме контрольных мероприятий защиты практической работы в виде отчета по домашним работам, по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем. Выполнение всех домашних заданий является обязательным и служит допуском для экзамена.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (своевременность выполнения домашних работ, активность на занятиях);
- результаты самостоятельной работы.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами и критериями.

Критерии оценки результатов текущего контроля

5 баллов выставляется, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Продемонстрированы знания и владения навыками самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

4 балла - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при

объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

3 балла - Студент провел достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

2 балла - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теория информации и кодирования» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория информации и кодирования» проводится в виде экзамена, форма экзамена - «устный опрос в форме ответов на вопросы», «практические задания по типам». Допуском для экзамена является выполнение всех домашних заданий.

Оценка по промежуточной аттестации выставляется по результатам текущей аттестации (см. таблицу контрольных мероприятий) если студент набирает по текущей аттестации от 61 до 75% - оценка «удовлетворительно», если более 75% - «хорошо». Если студент желает повысить балл он может сделать доклад и/или сдать экзамен. Оценку «отлично» студент может получить только при условии сдачи доклада и/или экзамена, таким образом чтобы итоговый получить 86% или более.

Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине «Теория информации и кодирования»:

Баллы(рейтинговой оценки)	Оценкаэкзамена(стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86 -100	«зачтено»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает,

		умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76 - 85	«зачтено»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 -75	«зачтено»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0 -60	«не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет)

1. Энтропия как мера неопределенности.
2. Введение понятия энтропии.
3. Мера неопределенности по Хартли. Мера неопределенности по Шеннону.
4. Статистический смысл энтропии.
5. Средняя условная энтропия двух опытов. Свойства.
6. Энтропия сложных событий. Правило сложения энтропии зависимые события.
7. Энтропия сложных событий. Правило сложения энтропии независимые события.

8. Дифференциальная энтропия, дифференциальная энтропия нормального распределения.
9. Энтропия источников непрерывных сообщений.
10. Понятие об информации. Соотношение понятий энтропии и информации.
11. Информация в случае непрерывного опыта.
12. Основные понятия передачи информации по линиям связи. Определение кода. Код Морзе. Код Бодо.
13. Линия связи без помех.
14. Линия связи с помехами.
15. Пропускная способность линии связи с помехами.
16. Двоичная симметричная линия. Двоичная симметричная линия со стиранием.
17. Основная теорема о кодировании.
18. Теорема о кодировании при наличии помех.
19. Формула Шеннона для пропускной способности непрерывного канала при наличии аддитивного шума.
20. Мгновенные коды. Равномерные и неравномерные коды. Экономность кода.
21. Коды Шеннона — Фано и Хаффмана, доказательство оптимальности кодов Хаффмана.
22. Коды исправляющие все одиночные ошибки, (N, M) – коды.
23. Коды обнаруживающие и исправляющие ошибки.
24. Коды обнаруживающие ошибки, коды исправляющие ошибки, (N, M) – коды.
25. Неравенство Хемминга, неравенство Варшамова-Гилберта.
26. Верхняя граница Хемминга числа кодовых обозначений.

Критерии оценки (зачет)

приводить примеры современных проблем изучаемой области.

4 балла - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

3 балла - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и

полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

2 балла - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Типовые задания для текущего контроля

1. Имеется два игральных кубика, определите вероятность выпадения числа семь и энтропию такого опыта.

2. Ключ шифрования содержит 256 бит, сколько времени понадобится для его вскрытия методом перебора, если известно, что за одну секунду компьютер перебирает 10000 вариантов.

3. 1 сентября на первом курсе одного из факультетов запланировано по расписанию три лекции по разным предметам. Всего на первом курсе изучается 7 предметов. Студент, не успевший ознакомиться с расписанием, пытается его угадать. Какова вероятность успеха в данном эксперименте, если считать, что любое расписание из четырех предметов равновероятно? Какова неопределенность такого опыта?

4. В подъезде дома установлен замок с кодом. Дверь автоматически отпирается, если в определенной последовательности набрать три цифры из имеющихся десяти. На набор одной комбинации уходит 20 секунд. Какова вероятность открыть дверь за 40 минут? Какова неопределенность такого опыта?

5. Из набора домино (28 штук) выбирают 7 штук. Какова неопределенность данного события?

6. Из колоды карт (52 карты) извлекают три карты. Какова неопределенность такого события?

7. Бросают две игральные кости. Какова неопределенность данного события?

8. Имеется 12 монет одного достоинства, 11 из них имеют одинаковый вес, а одна — фальшивая — отличается по весу от остальных (причем неизвестно, легче ли она или тяжелее настоящих). Каково наименьшее число взвешиваний на чашечных весах без гирь, которое позволяет обнаружить фальшивую монету и выяснить, легче ли она, чем остальные монеты, или тяжелее. Решить тот же вопрос для случая 13 монет.

9. Какова вероятность того, что взятое наугад целое положительное число до 1000, окажется целой степенью другого целого числа с показателем, больше единицы? Вычислите энтропию такого события.

10. Какую неопределенность содержит сообщение о событии — сдача экзамена студентом, если по опыту предыдущих экзаменов известно, что вероятность того, что студент сдал экзамен $7/8$.

11. Пусть X и Y два случайных опыта; $Z=X+Y$. Чему равна условная энтропия $H(x|z)$, если: а) X и Y независимы; б) X и Y зависимы; в) $X \equiv Y$.

12. Определить среднее количество информации, приходящееся на один символ сообщения 01001000101001, при условии, что источник эргодический, а последовательность типичная.

13. Имеются два дискретных источника с независимыми и равновероятными элементами: двоичный и троичный. На выходе первого зафиксированы два символа, на выходе второго три. Чему равны неопределенности полученных последовательностей букв, образованных парами символов первого источника и тройками символов второго?

14. Символы азбуки Морзе могут появиться в сообщении с вероятностями: для точки - 0.51, для тире - 0.31, для промежутка между буквами - 0.12, между словами - 0.06. Определить среднее количество информации в сообщении из 500 символов данного алфавита, считая, что связь между последовательными символами отсутствует.

15. Известно, что из 100 изготовленных деталей в среднем 10 деталей имеют дефекты. Для выявления брака используется метод, дающий всегда отрицательный эффект, если деталь изготовлена с браком. Если брак отсутствует, то деталь признается годной лишь в 80% случаев. Какое количество информации о качестве детали можно получить в среднем по результату такого метода отбраковки?

16. Орудие стреляет по удаленной цели. При каждом выстреле она поражается с вероятностью $p = 0.1$. Разведка может только один раз проверить, поражается ли цель хоть один раз. Через некоторое количество выстрелов k следует провести проверку, чтобы она дала максимальное количество информации?

17. Алфавит состоит из двух букв А, Б, В появляющихся в тексте с вероятностями 0.6, 0.3 и 0.1 соответственно. Закодировать отдельные буквы

равномерным кодом. Закодировать пары и тройки букв равномерным кодом. Повторить кодирование одной буквы с не равномерным кодом. Сравнить эффективность кодов. Построить кодовое дерево для не равномерного кода

18. По линии связи передаются сообщения из 5-ти равновероятных букв. Закодировать буквы равномерным кодом. Закодировать тройки букв равномерным кодом. Сравнить эффективности кодов.

19. Имеются два дискретных троичных источника с независимыми элементами. На выходе каждого источника появляются сообщения одинаковой длины по 25 элементов. Количество различных элементов в сообщении каждого источника постоянно. Сообщения каждого источника отличаются только порядком элементов. Зафиксированы два типичных сообщения: 0212021202120211201120200 – первого источника и 0121012011012012210200120 – второго. Элемент какого источника несет в среднем большее количество информации?

20. Сообщения с вероятностями 0,5; 0,25; 0,0625; 0,0625; 0,0625; 0,0625 кодируется одним из шести различных кодов: 1) 0-10-110-1110-1011-1101; 2) 1-011-010-001-000-110; 3) 0-10-110-1110-11110-111110; 4) 111-110-101-100-011-010; 5) 0-01-011-0111-01111-01111; 6) 1-01-0011-0010-0001-0000. Определить, какие коды являются разделимыми (мгновенными). Вычислить характеристики кодов.

Примеры вариантов тестовых заданий с ответами

№	Вопрос	Ответ
1	<p>Напишите формулу сложения вероятностей двух событий А и В</p> <p>Ответы на 5,4,3,2:</p> <p>а). ANS 5: $P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB)$</p> <p>б). ANS 4: $P(A + B) = P(A) + P(B)$</p> <p>в). ANS 3: $P(A + B) = P(A) + P(B) + P(AB)$</p> <p>г). ANS 2: $P(A + B) = P(A) - P(B) + P(AB)$</p>	а
2	<p>Сформулируйте определение математического ожидания дискретной случайной величины,</p>	а

	<p>принимающей значения x_1, \dots, x_n с вероятностями p_1, \dots, p_n .</p> <p>Ответ на 5, 3 и 2:</p> <p>а). ANS 5: Математическим ожиданием дискретной случайной величины, принимающей значения x_1, \dots, x_n с вероятностями p_1, \dots, p_n , называется число $\sum_{i=1}^n x_i p_i$</p> <p>б). ANS 3: Математическое ожиданием дискретной случайной величины -это число $\sum_{i=1}^n x_i^2 p_i$</p> <p>в). ANS 2: Математическое ожидание дискретной случайной величины -это число $\sum_{i=1}^n x_i$</p>	
3	<p>Какой вид имеет плотность распределения вероятностей случайной величины, равномерно распределенной на отрезке $[a, b]$?</p> <p>а). ANS 5: Случайная величина равномерно распределенная на отрезке $[a, b]$ имеет плотность распределения вероятностей $f(x) = 1/(b - a)$, если $x \in [a, b]$ и $f(x) = 0$, если $x \notin [a, b]$</p> <p>б). ANS 4: Случайная величина равномерно распределенная на отрезке $[a, b]$ имеет плотность распределения вероятностей $f(x) \neq 0$, если $x \in [a, b]$ и $f(x) = 0$, если $x \notin [a, b]$</p>	а

	<p>в). ANS 3: Равномерно распределенная случайная величина имеет плотность $f(x) = const$</p> <p>г). ANS 2: Равномерно распределенная случайная величина имеет плотность $f(x) = 1$</p>	
--	---	--