

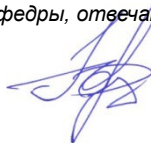
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

информационных систем

наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины



Борисов Д.Н.

подпись, расшифровка подписи

05.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.19 Теория информации

1. Код и наименование направления подготовки:

10.03.01 Информационная безопасность

2. Профиль подготовки: Безопасность компьютерных систем

3. Квалификация выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Информационных систем

6. Составители программы: Борисов Д.Н., кандидат технических наук, доцент (borisov@cs.vsu.ru)

7. Рекомендована: НМС факультета компьютерных наук, протокол № 5 от 05.03.2025 г.

8. Учебный год: 2027/2028

Семестр(ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование у обучающихся фундаментальных теоретических знаний в области дискретных источников сообщений, неравномерного кодирования дискретных источников; кодирования дискретных источников при неизвестной статистике; алгоритмов кодирования источников, применяемые в архиваторах; кодирования для дискретных каналов с шумом. В результате изучения дисциплины обучающиеся должны освоить теоретические основы кодирования информации, изучить основные алгоритмы построения эффективных кодов, используемых, в том числе и для сжатия информации. Кроме того обучающиеся должны освоить методику решения различных задач, связанных с процессами получения, передачи, хранения и использования информации.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у обучающихся систематических знаний в области теоретического кодирования информации;
- ознакомление обучающихся с перспективными направлениями в области сжатия информации;
- обучение обучающихся вопросам построения эффективных кодов, используемых для передачи информации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина по выбору в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1. Для изучения дисциплины необходимо знать основы математического анализа, теоретические основы информатики, теорию вероятностей и математической статистики.

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

Код и название компетенции	Код и название компетенции	Знания, умения, навыки
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-3.36 знает основные понятия теории информации (энтропия, взаимная информация, источники сообщений, каналы связи, коды)	знать: основные понятия теории информации (энтропия, взаимная информация, источники сообщений, каналы связи, коды)
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-3.37 знает понятие пропускной способности канала связи, прямую и обратную теоремы кодирования (без доказательства)	знать: понятие пропускной способности канала связи, прямую и обратную теоремы кодирования (без доказательства)
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-3.38 знает основные методы оптимального кодирования источников информации (код Хаффмана) и помехоустойчивого кодирования каналов связи (линейные коды, циклические коды, код Хэмминга)	знать: основные методы оптимального кодирования источников информации (код Хаффмана) и помехоустойчивого кодирования каналов связи
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-3.39 умеет вычислять теоретико-информационные характеристики источников сообщений и каналов связи (энтропия, взаимная информация, пропускная способность)	уметь: вычислять теоретико-информационные характеристики источников сообщений и каналов связи (энтропия, взаимная информация, пропускная способность)
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-3.40 умеет решать типовые задачи кодирования и декодирования	уметь: решать типовые задачи кодирования и декодирования

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

Форма промежуточной аттестации — Экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	5 семестр	Всего
Аудиторные занятия	72	72
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	0	0
Самостоятельная работа	36	36
Часы на контроль	36	36
Всего	144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Энтропия дискретных источников	Дискретные источники сообщений. Измерение информации. Собственная информация. Энтропия. Выпуклые функции многих переменных. Условная энтропия. Дискретные случайные последовательности. Цепи Маркова. Энтропия на сообщение дискретного стационарного источника. Равномерное кодирование дискретного источника. Постановка задачи. Неравенство Чебышева. Закон больших чисел. Прямая теорема кодирования для дискретного постоянного источника. Обратная теорема кодирования для дискретного постоянного источника. Множество типичных последовательностей для дискретного постоянного источника. Источники с памятью.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
1.2	Неравномерное кодирование дискретных источников	Постановка задачи неравномерного побуквенного кодирования. Неравенство Крафта. Теоремы побуквенного неравномерного кодирования. Оптимальный побуквенный код – код Хаффмана. Избыточность кода Хаффмана. Код Шеннона. Код Гилберта-Мура. Неравномерное кодирование для стационарного источника.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
1.3	Кодирование дискретных источников при неизвестной статистике	Постановка задачи универсального кодирования источников. Несколько полезных комбинаторных формул. Двухпроходное побуквенное кодирование. Нумерационное кодирование. Асимптотические границы избыточности универсального кодирования. Адаптивное кодирование. Сравнение алгоритмов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
1.4	Алгоритмы кодирования источников, применяемые в архиваторах	Монотонные коды. Интервальное кодирование и метод «стопка книг». Метод скользящего словаря (LZ-77). Алгоритм LZW (LZ-78). Предсказание по частичному совпадению. Сжатие с использованием преобразования Барроуза-Уилера. Сравнение способов кодирования. Характеристики архиваторов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563

1.5	Кодирование для дискретных каналов с шумом	Постановка задачи помехоустойчивого кодирования. Модели каналов. Взаимная информация. Средняя взаимная информация. Условная средняя взаимная информация. Теорема о переработке информации. Выпуклость средней взаимной информации. Информационная емкость и пропускная способность. Неравенство Фано. Обратная теорема кодирования. Вычисление информационной емкости каналов без памяти. Симметричные каналы. Прямая теорема кодирования для дискретных постоянных каналов. Типичные пары последовательностей. Типичные пары последовательностей.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2. Практические занятия			
2.1	Ансамбли и вероятности	Вероятностные ансамбли. Байесовский вывод.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2.2	Энтропия	Энтропия. Условная энтропия и ее свойства. Энтропия дискретного источника информации. Полная и частная энтропии.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2.3	Марковские цепи	Стационарные Марковские цепи. Расчет условной энтропии стационарной Марковской цепи.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2.4	Количество информации	Расчет количества информации. Свойства количества информации.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2.5	Неравномерное кодирование	Код Хаффмана. Код Шеннона-Фано. Код Гилберта-Мура. Арифметическое кодирование.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2.6	Блоковый источник с n-кратным расширением	Кодирование блокового источника X2 и X3.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2.7	Универсальный алгоритм сжатия	Алгоритм универсального кодирования Лемпеля-Зива. Декодирование LZ-кода. Алгоритм Лемпеля-Зива-Уэлча. Декодирования LZW.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2.8	Каналы без памяти	Двоичный симметричный канал без памяти. Комбинирование источников.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563
2.9	Пропускная способность канала	Средняя взаимная информация. Пропускная способность двоичного симметричного канала.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Энтропия дискретных источников	7	9	0	8	24
2	Неравномерное кодирование дискретных источников	7	8	0	7	22
3	Кодирование дискретных источников при неизвестной статистике	8	6	0	7	21
4	Алгоритмы кодирования источников, применяемые в архиваторах	7	7	0	7	21
5	Кодирование для дискретных каналов с шумом	7	6	0	7	20
	Итого	36	36	0	36	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает проработку материалов лекций, изучение рекомендованной литературы, подготовку к лабораторным работам и их защита, подготовку к устному опросу и экзамену.

Самостоятельная работа в аудитории выполняется под непосредственным руководством преподавателя. Во время самостоятельной работы студенты используют электронно-библиотечные системы, доступные на портале Зональной Библиотеки ВГУ по адресу www.lib.vsu.ru. Для повышения эффективности руководства при проведении лабораторных занятий, призванных обеспечить выборочное использование лекционного материала для более глубокого изучения отдельных разделов дисциплины при решении соответствующих практических задач.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Попов, И. Ю. Теория информации / И. Ю. Попов, И. В. Блинова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-507-44279-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/218870
2	Ланских, Ю. В. Теория информации : учебник / Ю. В. Ланских. — Киров : ВятГУ, 2020. — 236 с. : Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/201926#1

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Котенко В. В. Теория информации: учебное пособие / В. В. Котенко, К.Е. Румянцев. - Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. - 240 с. - Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=561095
2	Теория вероятностей и математическая статистика: курс лекций : учебное пособие / авторы-составители Е. О. Тарасенко [и др.]. — Ставрополь : СКФУ, 2018. — 229 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/307043
3	Майстренко Н. В. Основы теории информации и криптографии : учебное электронное издание: учебное пособие / Н. В. Майстренко , А. В. Майстренко. - Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО ТГТУ, 2018. - 81 с. - Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=570354
4	Усенко О. А. Приложения теории информации и криптографии в радиотехнических системах: учебное пособие / О. А. Усенко. - Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. - 239 с. - Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=500141
5	Волынская А.В. Теория информации: практикум / А.В. Волынская , Г.А. Черезов. - Издательство Уральского государственного университета путей сообщения, 2018. - 32 с. Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://e.lanbook.com/reader/book/121385/#1

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

№ п/п	Ресурс
1	www.lib.vsu.ru
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online», http://biblioclub.ru
3	Электронно-библиотечная система «Лань», https://reader.lanbook.com

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	ЭУМК. Электронный университет ВГУ. - Режим доступа : https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6563

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

1. Образовательный портал Moodle (сервер Moodle ВГУ), www.lib.vsu.ru

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Программа реализуется на основе материально-технической базы Воронежского государственного университета. Для реализации учебного процесса используется:

1. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду «Электронный университет ВГУ» (Moodle ВГУ);
2. лекционная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором;
3. класс для проведения практических занятий;
4. вычислительные устройства для проведения расчетов алгебраических функций до третьего знака после десятичного разделителя.

19. Оценочные материалы и критерии оценки текущей аттестации по курсу

Текущий контроль освоения программы осуществляется на основе результатов выполнения тестовых заданий и контрольных работ, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий (электронный курс на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» edu.vsu.ru).

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

№ п/п	Разделы курса (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Энтропия дискретных источников	ОПК-3	ОПК-3.36	Тестовое задание 1 Контрольная работа 1
2	Кодирование для дискретных каналов с шумом	ОПК-3	ОПК-3.37	Тестовое задание 2 Контрольная работа 4
3	Неравномерное кодирование дискретных источников Кодирование дискретных источников при неизвестной статистике	ОПК-3	ОПК-3.38	Тестовое задание 2 Тестовое задание 3 Контрольная работа 2
4	Алгоритмы кодирования источников, применяемые в архиваторах	ОПК-3	ОПК-3.40	Тестовое задание 3 Контрольная работа 2

5	Неравномерное кодирование дискретных источников	ОПК-3	ОПК-3.39	Контрольная работа 3 Тестовое задание 2
---	---	-------	----------	--

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в течение всего обучения в рамках освоения дисциплины и заключается в выполнении студентом трех контрольных работ, успешного прохождения тестовых заданий (не менее 50 % правильных ответов). Тестовые задания выполняются студентами после прослушивания блока лекций (как правило, после прослушивания лекций по 1-2 темам); контрольные работы выполняются в течение семестра, но не позже итоговой аттестации.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ

Тестовые задания

Пример тестового задания 1

1. Формула условного распределения вероятностей $P(X|Y)$:

- A) $P(X|Y) = P(X)/P(Y)$
- B) $P(X|Y) = P(X,Y)/P(Y)$
- C) $P(X|Y) = P(X) * P(Y)$
- D) $P(X|Y) = \log_2(1/P(X,Y))$

2. Какое из утверждений является свойством энтропии дискретного ансамбля?

- A) $H(X) < 0$
- B) $H(X) = 0$ только если все вероятности различны
- C) $H(X) = 0$, если одно событие имеет вероятность 1
- D) Энтропия всегда растёт с увеличением числа событий независимо от вероятностей

3. Формула условной энтропии при фиксированном событии $Y = y$:

- A) $H(X|Y=y) = \sum P(x) \log_2 P(x)$
- B) $H(X|Y=y) = -\sum P(x|y) \log_2 P(x|y)$
- C) $H(X|Y=y) = -\sum P(y) \log_2 P(y)$
- D) $H(X|Y=y) = P(x,y) \log_2 P(x|y)$

4. Что верно для условной энтропии $H(X|Y)$?

- A) Она всегда больше полной энтропии $H(X)$
- B) Она всегда равна $H(X)$, если X и Y независимы
- C) $H(X|Y) = H(X)$ при независимых X и Y
- D) При условии Y , X теряет всю информацию

5. Что такое простая цепь Маркова?

- A) Модель, где текущее состояние зависит от всех предыдущих
- B) Случайный процесс с независимыми событиями
- C) Процесс, где вероятность состояния зависит только от предыдущего состояния
- D) Детерминированная последовательность

6. Энтропия на букву последовательности в цепи Маркова определяется как:

- A) $H = H(X_1, X_2, \dots, X_n)/n$
- B) $H = \sum P(x_i) * \log_2 P(x_i)$
- C) $H = \log_2 N$
- D) $H = \min(H(X_i))$

7. Если в цепи Маркова начальное распределение известно и матрица переходов дана, можно найти:

- A) Только энтропию
- B) Только вероятности будущих состояний
- C) Только частоту состояний
- D) Код Хаффмана

8. Источник с памятью отличается от источника без памяти тем, что:

- A) Не передаёт информацию
- B) Следующее состояние зависит от предыдущих
- C) Его энтропия всегда нулевая
- D) Он всегда порождает одинаковые последовательности

9. Условная энтропия всегда удовлетворяет неравенству:

- A) $H(X|Y) \geq H(X)$
- B) $H(X|Y) = H(Y|X)$
- C) $H(X|Y) \leq H(X)$
- D) $H(X|Y) \geq H(Y)$

10. Что означает, что $H(X|Y) = 0$?

- A) X и Y независимы
- B) X полностью определено при известном Y
- C) Y случайно влияет на X
- D) Вероятности событий равны

Пример тестового задания 2

1. Что описывает неравенство Крафта?

- A) Максимальную энтропию источника
- B) Условие однозначной декодируемости префиксных кодов
- C) Свойства цепей Маркова
- D) Суммарную длину сообщений

2. Формулировка неравенства Крафта для префиксных кодов:

- A) $\sum l_i \geq 1$
- B) $\sum 2^{(-l_i)} \leq 1$
- C) $\sum p_i \log_2 p_i = 0$
- D) $\sum p_i l_i = H(X)$

3. Какова главная особенность кода Гилберта-Мура?

- A) Оптимален по длине кода
- B) Использует вероятности символов для построения дерева

- C) Обеспечивает кратчайшие длины слов с сохранением порядка вероятностей
- D) Является адаптивным кодом

4. Что общего между кодами Хаффмана и Гилберта-Мура?

- A) Оба используют двухпроходный алгоритм
- B) Оба основаны на предварительно известных вероятностях символов
- C) Оба кодируют блоки одинаковой длины
- D) Оба применимы только к равновероятным событиям

5. Что означает «двухпроходное побуквенное кодирование»?

- A) Кодирование каждого символа дважды
- B) Использование двух разных кодов
- C) Первый проход — сбор статистики, второй — кодирование
- D) Кодирование двухбуквенных блоков

6. Что характерно для адаптивного кодирования?

- A) Таблица кодов фиксирована заранее
- B) Данные кодируются блоками
- C) Кодовая таблица обновляется в процессе кодирования
- D) Используется только для аудио

7. Пример адаптивного алгоритма кодирования:

- A) Алгоритм Гилберта-Мура
- B) Алгоритм Хаффмана
- C) Алгоритм Lempel-Ziv-Welch (LZW)
- D) Алгоритм Шеннона

8. Как определяется условная взаимная информация $I(X;Y|Z)$?

- A) $H(X|Z) + H(Y|Z)$
- B) $I(X;Y|Z) = H(X|Z) - H(X|Y,Z)$
- C) $I(X;Y|Z) = H(X|Y) - H(Z|X,Y)$
- D) $I(X;Y|Z) = H(Z|X) + H(Z|Y)$

9. Что показывает условная взаимная информация?

- A) Объем полной информации о X
- B) Информацию о X и Y при отсутствии Z
- C) Количество информации, общей между X и Y, при известном Z
- D) Суммарную энтропию всех переменных

10. В каком случае условная взаимная информация $I(X;Y|Z) = 0$?

- A) X и Y независимы
- B) X и Y независимы при известном Z
- C) X и Z идентичны
- D) Y и Z имеют одинаковую энтропию

Пример тестового задания 3

1. Что характеризует эффективность архиватора?

- A) Используемый язык программирования
- B) Максимальная длина исходного файла
- C) Отношение размера сжатого файла к исходному
- D) Скорость чтения с жёсткого диска

2. Какой параметр наиболее критичен при оценке сжатия данных?

- A) Частота процессора
- B) Коэффициент сжатия
- C) Количество файлов
- D) Размер кэша

3. Какой принцип лежит в основе алгоритма LZW (Lempel-Ziv-Welch)?

- A) Преобразование Фурье
- B) Частотный анализ символов
- C) Построение словаря повторяющихся подстрок
- D) Предсказание следующих символов

4. Что отличает LZW от алгоритма Хаффмана?

- A) LZW не использует дерево
- B) LZW основан на адаптивном словаре
- C) Хаффман не требует декодера
- D) Хаффман не может сжать текст

5. Что включает модель канала в теории информации?

- A) Только передатчик и приёмник
- B) Вероятностное поведение передачи символов
- C) Топологию сети
- D) Только уровень сигнала

6. Что характерно для симметричного канала?

- A) Пропускная способность всегда 0
- B) Ошибки не равновероятны
- C) Вероятность ошибки одинакова для всех символов
- D) Передаются только биты 0

7. Как определяется пропускная способность симметричного бинарного канала с ошибками?

- A) $C = 1 - H(p)$
- B) $C = \log_2 N$
- C) $C = H(p) \cdot N$
- D) $C = 0$ при $p > 0$

8. Что такое "типичные пары последовательностей"?

- A) Последовательности с равными символами
- B) Пары символов, часто встречающиеся в сжатом коде

- С) Последовательности, которые вероятны при данной модели источника и канала
- Д) Любые две одинаковые строки

9. Для чего используются типичные пары в теории информации?

- А) Для построения графиков
- В) Для анализа структур данных
- С) Для доказательства основной теоремы кодирования канала
- Д) Для сжатия видео

10. Практическое задание: как проверить, подходит ли архиватор для текстов на русском языке?

- А) Проверить размер архива по сравнению с английским текстом
- В) Измерить энтропию алфавита
- С) Сравнить коэффициент сжатия на разных языках
- Д) Проверить количество строк

Контрольные задания

Пример контрольного задания 1

Дано произведение ансамблей $XY=[x_1y_1x_1y_2x_1y_3x_2y_1x_2y_2x_2y_3]$
[0.21 0.42 0.07 0.09 0.18 0.03]

Определить, являются ли ансамбли X и Y независимыми, вычислить энтропию $H(X)$, $H(Y)$, $H(XY)$.

Пример контрольного задания 2

Для набора вероятностей построить код Хаффмана, Шеннона, Гильберта-Мура, арифметического кодирования.

$z_1 = 0.249$, $z_2 = 0.03$, $z_3 = 0.085$, $z_4 = 0.04$, $z_5 = 0.11$, $z_6 = 0.124$, $z_7 = 0.022$, $z_8 = 0.142$, $z_9 = 0.138$, $z_{10} = 0.06$.

Пример контрольного задания 3

Необходимо передать сообщение: НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО с помощью алгоритма кодирования LZ77.

Пример контрольного задания 4

Даны вероятности появления входных символов в канале и вероятности верной/ошибочной передачи:

$p(x_0) = 0.5$, $p(x_1) = 0.5$, $p(y_0|x_0) = 1$, $p(y_0|x_1) = 0.5$, $p(y_1|x_0) = 0$, $p(y_1|x_1) = 0.5$.

Вычислить количество информации $I(X, Y)$.

Контрольная работа и тестовые задания оцениваются по 50-бальной шкале каждая.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний:

Компетенция ОПК-3

Задания закрытого типа

1. Сложность кодирования и декодирования для алгоритма LZ-77

- А) равна
- В) не равна
- С) зависит от длины используемого словаря
- Д) зависит от длины кодируемого сообщения

2. Для дискретного стационарного источника $H(X|X_n)$ с увеличением n

- А) не убывает

- B) убывает
- C) не возрастает
- D) возрастает

3. Какое количество переданной декодером информации определяет величина условной энтропии $H(X_n|X_1, \dots, X_{n-1})$

- A) среднее
- B) минимальное
- C) максимальное

4. Для ансамбля сообщений $X=\{1, \dots, M\}$ с вероятностями сообщений $\{p_1, \dots, p_M\}$ и упорядоченными по убыванию вероятностей чему равна длина кодовых слов для которых найдется не менее двух кодовых слов, которые имеют одинаковую длину равную

- A) средней длине
- B) минимальной длине
- C) максимальной длине

5. Определите правильное свойство монотонности собственной информации при $p(x_1) \geq p(x_2)$

Выберите один или несколько ответов:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| A) $I(x_1) \geq I(x_2)$ | D) $I(x_1) = I(x_2)$ |
| B) $I(x_1) < I(x_2)$ | E) $I(x_1) \geq I(x_2)$ |
| C) $I(x_1) \leq I(x_2)$ | F) $I(x_1) > I(x_2)$ |

6. Ансамбли X и Y независимы, если

Выберите один или несколько ответов:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| A) $H(XY) = H(X) + H(Y)$ | C) $H(XY) = H(X)/H(Y)$ |
| B) $H(XY) = H(X) - H(Y)$ | D) $H(XY) = H(X)H(Y)$ |

7. Собственная информация $I(x)$ сообщения x, выбираемого из дискретного ансамбля $X=\{x, p(x)\}$, называется величина

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| A) $I(x) = -\log_2 p(x)$ | C) $I(x) = \log_2 p(x)$ |
| B) $I(x) = -\lg p(x)$ | D) $I(x) = -\ln(x)$ |

8. Выберите правильное высказывание, относящееся к энтропии

- A) обработка информации не приводит к увеличению энтропии
- B) к увеличению энтропии не приводит только упорядочивание информации, другие типы обработки ведут к увеличению энтропии
- C) информация и энтропия не связаны
- D) обработка информации приводит к увеличению энтропии

9. Если заданы ансамбли X, Y, то

- A) $H(X|Y) \geq H(X)$ при независимых ансамблях X, Y
- B) $H(X|Y) \leq H(X)$ при зависимых ансамблях X, Y
- C) $H(X|Y) \leq H(X)$ при независимых ансамблях X, Y
- D) $H(X|Y) \geq H(X)$ при зависимых ансамблях X, Y

10. Выберите правильное выражение условной собственной информации

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| A) $I(x y) = -\lg p(x y)$ | D) $I(x y) = \log_2 p(x y)$ |
| B) $I(x y) = -\log_2 p(y x)$ | E) $I(x y) = -\log_2 p(x y)$ |
| C) $I(x y) = -\log_2 p(xy)$ | |

Задания открытого типа

1. Запишите код Галаггера-Ван Вухриса для числа $i=23$ и $T=5$
2. Запишите унарный код для числа 9
3. Сколько найдется слов, различающиеся только в одном последнем символе, для ансамбля сообщений $X=\{1, \dots, M\}$ с вероятностями сообщений $\{p_1, \dots, p_M\}$ и упорядоченными по убыванию вероятностей, среди кодовых слов длиной $l_M = \max m_i$

4. Запишите код Голомба для числа $i=91$ и $m=3$
 5. Вычислите энтропию H для дискретного источника: $z_1=0.05$, $z_2=0.15$, $z_3=0.05$, $z_4=0.1$, $z_5=0.05$, $z_6=0.6$

Задание с развёрнутым ответом

1. Дано произведение ансамблей XY (указаны совместные вероятности)

$p(x_1y_1)$	$p(x_1y_2)$	$p(x_2y_1)$	$p(x_2y_2)$
0.1	0.15	0.15	0.6

Вычислите вероятности $p(x_1)$, $p(y_1)$, $p(x_2)$, $p(y_2)$.

2. Построить двоичное дерево, записать код Хаффмана, среднюю длину кода, энтропию и избыточность для следующего дискретного источника:

$z_1=0.245$, $z_2=0.09$, $z_3=0.055$, $z_4=0.15$, $z_5=0.13$, $z_6=0.045$, $z_7=0.037$, $z_8=0.038$, $z_9=0.14$, $z_{10}=0.07$.

20.2. Промежуточная аттестация

Форма контроля - Экзамен

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью собеседования по экзаменационным билетам.

Оценочные средства для промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация проводится на основании итогов выполнения контрольных работ по всем темам (100% выполненных работ), успешного прохождения тестов (не менее 50% правильных ответов).

По итогам выполнения контрольных работ, учета прохождения тестов и устного ответа (собеседование со студентом в конце семестра по вопросам из перечня вопросов к экзамену и использования контрольно-измерительных материалов) студенту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» по дисциплине.

Для оценивания результатов обучения с помощью собеседования по экзаменационным билетам используются следующие показатели: владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач определения основных информационных характеристик источников сообщений и каналов связи.

В промежуточной аттестации используется следующая шкала:

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям.

При сдаче экзамена

оценка «отлично» - 5 баллов

оценка «хорошо» - 4 балла

оценка «удовлетворительно» - 3 балла

оценка «неудовлетворительно» - 2 балла.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Сформированные знания о фундаментальных положениях теории информации в части кодирования информации, передачи информации от различных источников по каналам. Сформированное умение формализовать задачу оценки информационных характеристик системы передачи информации, провести анализ ее работы и выделить наиболее значимые параметры Сформированы навыки анализа информационных характеристик системы передачи информации	<i>Повышенный уровень</i>	<i>отлично</i>
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о фундаментальных положениях теории информации в части кодирования дискретных источников информации, алгоритмов кодирования источников. Успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение формализовать задачу оценки информационных характеристик системы передачи информации, провести анализ ее работы и выделить наиболее значимые параметры Сформированы, но имеют отдельные пробелы, навыки анализа информационных характеристик системы передачи информации	<i>Базовый уровень</i>	<i>хорошо</i>
Неполное представление о фундаментальных положениях теории информации в части кодирования дискретных источников при неизвестной статистике Умение формализовать задачу оценки информационных характеристик системы передачи информации, провести анализ ее работы и выделить наиболее значимые параметры, сопряженное с наличием существенных ошибок и способностью исправления при указании на них Сформированы, но имеют существенные пробелы, навыки анализа информационных характеристик системы передачи информации	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Фрагментарные знания или отсутствие знаний Фрагментарные умения или отсутствие умений Отсутствие навыков	-	<i>Неудовлетворительно</i>

Перечень вопросов к экзамену

1. Дискретные источники сообщений
2. Измерение информации. Собственная информация
3. Энтропия
4. Условная энтропия
5. Дискретные случайные последовательности
6. Цепи Маркова
7. Энтропия на сообщение дискретного стационарного источника
8. Равномерное кодирование дискретного источника
9. Постановка задачи
10. Неравенство Чебышева

11. Закон больших чисел
12. Прямая теорема кодирования для дискретного постоянного источника
13. Обратная теорема кодирования для дискретного постоянного источника
14. Множество типичных последовательностей для дискретного постоянного источника
15. Источники с памятью
16. Постановка задачи неравномерного побуквенного кодирования
17. Неравенство Крафта
18. Теоремы побуквенного неравномерного кодирования
19. Код Хаффмана
20. Избыточность кода Хаффмана
21. Код Шеннона
22. Код Гилберта-Мура
23. Неравномерное кодирование для стационарного источника
24. Постановка задачи универсального кодирования источников
25. Несколько полезных комбинаторных формул
26. Двухпроходное побуквенное кодирование
27. Нумерационное кодирование
28. Асимптотические границы избыточности универсального кодирования
29. Адаптивное кодирование
30. Сравнение алгоритмов
31. Монотонные коды
32. Интервальное кодирование и метод «стопка книг»
33. Метод скользящего словаря (LZ-77)
34. Алгоритм LZW (LZ-78)
35. Предсказание по частичному совпадению
36. Сжатие с использованием преобразования Барроуза-Уилера
37. Сравнение способов кодирования
38. Характеристики архиваторов
39. Постановка задачи помехоустойчивого кодирования
40. Модели каналов
41. Взаимная информация
42. Средняя взаимная информация
43. Условная средняя взаимная информация
44. Теорема о переработке информации
45. Выпуклость средней взаимной информации
46. Информационная емкость и пропускная способность
47. Неравенство Фано
48. Обратная теорема кодирования
49. Вычисление информационной емкости
50. каналов без памяти
51. Симметричные каналы
52. Прямая теорема кодирования для дискретных постоянных каналов

КИМы формируются из двух теоретических вопросов и одной практической задачи.

Пример контрольно-измерительного материала

Направление подготовки 10.03.01 Информационная безопасность

Дисциплина Теория информации

Курс 3

Форма обучения очное

Вид аттестации промежуточная

Вид контроля экзамен

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Условная энтропия
2. Интервальное кодирование и метод «стопка книг»
3. Постройте двоичное дерево, запишите код Хаффмана, среднюю длину кода, энтропию и избыточность для следующего дискретного источника:

$z_1 = 0.210$; $z_2 = 0.165$; $z_3 = 0.130$; $z_4 = 0.110$; $z_5 = 0.100$; $z_6 = 0.085$;

$z_7 = 0.070$; $z_8 = 0.055$; $z_9 = 0.045$; $z_{10} = 0.030$