

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Теория информации и кодирования БЗ.В.4

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и сетей

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Салимов Ф.И.

**Рецензент(ы):**

Кугураков В.С.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Аблаев Ф. М.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No 978214

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Салимов Ф.И. кафедра теоретической кибернетики отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Farid.Salimov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

В курсе изучаются основные модели дискретных источников информации и дискретных каналов, определяется понятие энтропии, взаимной информации, рассматриваются основные теоремы для дискретных источников и каналов, изучаются вопросы сжатия информации, рассматриваются основные помехоустойчивые коды

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.4 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.62 Прикладная математика и информатика и относится к вариативной части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Данная дисциплина относится к профессиональным дисциплинам.

Читается на 3 курсе 6 семестр для студентов, обучающихся по направлению "Прикладная математика и информатика".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью профессионально решать задачи производственной и технологической деятельности с учетом современных достижений науки и техники, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования; разработку математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых исследований; создание информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных; разработку тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям; разработку эргономических человеко-машинных интерфейсов (в соответствии с профилизацией)
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

как измеряется информация, законы изменения количества информации при ее преобразовании, какие средства существуют для борьбы с помехами, как устроены алгоритмы сжатия информации;

2. должен уметь:

ориентироваться в вопросах эффективности выбранного способа кодирования;

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о свойствах энтропии, знать определения эргодического источника, канала, уметь доказывать основные теоремы кодирования для дискретных источников и каналов, знать строение основных помехоустойчивых кодов, знать оценки предельного сжатия информации

4. должен демонстрировать способность и готовность:

приобрести навыки эффективного кодирования информации при решении различных задач, уметь вычислять энтропию источника.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема Понятие информации, энтропии. Системы связи. Дискретные источники.	6	1-4	0	0	12	домашнее задание
2.	Тема 2. Тема Взаимная информация и её свойства.	6	5-6	0	0	6	домашнее задание
3.	Тема 3. Тема Задача кодирования дискретного источника кодами равной длины.	6	7-8	0	0	6	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Тема Задача кодирования дискретного источника кодами неравной длины. Постановка задачи.	6	9-10	0	0	6	контрольная работа
5.	Тема 5. Тема Дискретные каналы и их свойства. Прямая теорема кодирования Шеннона для канала без памяти. Обращение теоремы кодирования Шеннона.	6	11-14	0	0	12	домашнее задание
6.	Тема 6. Тема Теория помехоустойчивого кодирования.	6	15-18	0	0	12	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	54	

## 4.2 Содержание дисциплины

### **Тема 1. Тема Понятие информации, энтропии. Системы связи. Дискретные источники. лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Понятие информации, энтропии. Системы связи. Дискретные источники. Описание источника при помощи случайного процесса. Статистическая независимость. Марковские источники. Эргодичность. Эргодичность бернуллиевского источника. Вывод формулы энтропии (по Фадееву). Свойства энтропии. Теорема о максимальном значении энтропии. Энтропия в единицу времени источника сообщений.

### **Тема 2. Тема Взаимная информация и её свойства.**

#### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Взаимная информация и её свойства.

### **Тема 3. Тема Задача кодирования дискретного источника кодами равной длины.**

#### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Задача кодирования дискретного источника кодами равной длины. Постановка задачи. Понятие скорости кодирования. Высоковероятные множества и их свойства. Прямая и обратная теоремы кодирования Шеннона дискретного источника кодами равной длины.

### **Тема 4. Тема Задача кодирования дискретного источника кодами неравной длины. Постановка задачи.**

#### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Задача кодирования дискретного источника кодами неравной длины. Постановка задачи. Стоимость кодирования. Свойство однозначной дешифрируемости кода. Префиксные коды. Необходимое и достаточное условие однозначной дешифрируемости кода. Разрешимость задачи определения однозначной дешифрируемости. Полные коды. Теорема кодирования дискретного источника кодами неравной длины. Алгоритмы построения оптимальных кодов (Фано, Шеннона, Хаффмена). Арифметическое кодирование. Словарные методы сжатия информации. Построение бинарного оптимального кода при равновероятном распределении входных вероятностей. Приложение результатов теории информации при доказательстве нижних и верхних оценок сложности реализации булевых функций в некоторых классах управляющих систем. Метод построения оптимального кода при условии, что неизвестно распределение вероятностей букв источника.

**Тема 5. Тема Дискретные каналы и их свойства. Прямая теорема кодирования Шеннона для канала без памяти. Обращение теоремы кодирования Шеннона.**

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Дискретные каналы и их свойства. Дискретный канал без памяти. Двоичный симметричный канал. Скорость передачи информации в канале. Пропускная способность канала. Расширенный канал и его пропускная способность. Решающие схемы и группировки наблюдений. Вероятность ошибочной передачи информации. Прямая теорема кодирования Шеннона для канала без памяти. Неравенство Фано. Теорема обработки информации. Обращение теоремы кодирования Шеннона.

**Тема 6. Тема Теория помехоустойчивого кодирования.**

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Теория помехоустойчивого кодирования. Понятие помехоустойчивого кодирования. Критерий максимального правдоподобия. Кодовое расстояние. Коды с проверкой на четность. Порождающая и проверочная матрицы. Синдром. Алгоритм декодирования для кодов с проверкой на четность. Линейные коды и алгоритм их декодирования. Граница Хэмминга. Код Хэмминга. Циклические коды. Кодирование и декодирование циклических кодов.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Тема Понятие информации, энтропии. Системы связи. Дискретные источники.	6	1-4	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
2.	Тема 2. Тема Взаимная информация и её свойства.	6	5-6	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
3.	Тема 3. Тема Задача кодирования дискретного источника кодами равной длины.	6	7-8	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Тема Задача кодирования дискретного источника кодами неравной длины. Постановка задачи.	6	9-10	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Тема Дискретные каналы и их свойства. Прямая теорема кодирования Шеннона для канала без памяти. Обращение теоремы кодирования Шеннона.	6	11-14	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
6.	Тема 6. Тема Теория помехоустойчивого кодирования.	6	15-18	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
	Итого				54	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лекций, лабораторно-практических занятий, а также самостоятельной работы студентов.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Тема Понятие информации, энтропии. Системы связи. Дискретные источники.**  
домашнее задание , примерные вопросы:

Понятие информации, энтропии. Системы связи. Дискретные источники. Описание источника при помощи случайного процесса. Статистическая независимость. Марковские источники. Эргодичность. Эргодичность бернуллиевского источника. Вывод формулы энтропии (по Фадееву). Свойства энтропии. Теорема о максимальном значении энтропии. Энтропия в единицу времени источника сообщений. Решение задач на вычисление энтропии. Самостоятельное доказательство некоторых утверждений приведенных в теореме Фадеева

**Тема 2. Тема Взаимная информация и её свойства.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач на вычисление функции взаимной информации

**Тема 3. Тема Задача кодирования дискретного источника кодами равной длины.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Обсуждение задачи равномерного кодирования. Понятие скорости кодирования. Высоковоероятные множества и их свойства. Построение высоковероятных множеств. Прямая и обратная теоремы кодирования Шеннона дискретного источника кодами равной длины.

**Тема 4. Тема Задача кодирования дискретного источника кодами неравной длины. Постановка задачи.**

контрольная работа , примерные вопросы:



Задача кодирования дискретного источника кодами неравной длины. Постановка задачи. Стоимость кодирования. Свойство однозначной дешифрируемости кода. Префиксные коды. Необходимое и достаточное условие однозначной дешифрируемости кода. Разрешимость задачи определения однозначной дешифрируемости. Полные коды. Теорема кодирования дискретного источника кодами неравной длины. Алгоритмы построения оптимальных кодов (Фано, Шеннона, Хаффмена). Арифметическое кодирование. Словарные методы сжатия информации. Построение бинарного оптимального кода при равновероятном распределении входных вероятностей. Приложение результатов теории информации при доказательстве нижних и верхних оценок сложности реализации булевых функций в некоторых классах управляющих систем. Метод построения оптимального кода при условии, что неизвестно распределение вероятностей букв источника. Решение задач на построение оптимальных кодов.

### **Тема 5. Тема Дискретные каналы и их свойства. Прямая теорема кодирования Шеннона для канала без памяти. Обращение теоремы кодирования Шеннона.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Дискретные каналы и их свойства. Дискретный канал без памяти. Двоичный симметричный канал. Скорость передачи информации в канале. Пропускная способность канала. Расширенный канал и его пропускная способность. Вычисление пропускной способности для некоторых каналов. Решающие схемы и группировки наблюдений. Вероятность ошибочной передачи информации. Прямая теорема кодирования Шеннона для канала без памяти. Неравенство Фано. Теорема обработки информации. Обращение теоремы кодирования Шеннона.

### **Тема 6. Тема Теория помехоустойчивого кодирования.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Теория помехоустойчивого кодирования. Понятие помехоустойчивого кодирования. Критерий максимального правдоподобия. Кодовое рас-стояние. Коды с проверкой на четность. Порождающая и проверочная матрицы. Синдром. Алгоритм декодирования для кодов с проверкой на четность. Линейные коды и алгоритм их декодирования. Построение линейных кодов с заданными параметрами. Граница Хэмминга. Код Хэмминга. Построение кода Хэмминга. Циклические коды. Кодирование и декодирование циклических кодов. Доказательство принадлежности кода Хэмминга семейству циклических кодов.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

По данной дисциплине предусмотрено проведение экзамена. Примерные вопросы для экзамена- Приложение 1.

ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА:

1. Для заданного распределения вероятностей построить тройичный код методом Шеннона  $P=(0.3, 0.2, 0.15, 0.15, 0.1, 0.1)$
2. Покажите, что если все векторы линейного  $(n,k)$  кода над полем  $GF(q)$  записаны как строки некоторой матрицы, то каждый элемент поля в каждом столбце матрицы появляется ровно  $q$  в степени  $k-1$  раз.
3. Пусть является совместным дискретным ансамблем. Установить справедливость следующих утверждений:  $H(XYZ)-H(XY) \leq H(XZ)-H(X)$ ; в случае справедливости найти условия выполнения равенства:
4. Расширенный канал и его пропускная способность.

#### **7.1. Основная литература:**

1. Основы теории информации: Учебное пособие / А.М. Маскаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 96 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-825-0, 500  
<http://znanium.com/bookread.php?book=429571>



2. Чикрин Д. Е. Теория информации и кодирования: курс лекций. Казанский (Приволжский) федеральный университет: Высшая школа информационных технологий и информационных систем, Кафедра автономных робототехнических систем, 2013

[http://libweb.ksu.ru/ebooks/50-ITIS/50\\_000337.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/50-ITIS/50_000337.pdf)

3. Чепкунова Е. Г. Пособие для подготовки к экзамену по дисциплине "Теоретические основы информатики". Раздел "Кодирование информации": [учебное пособие]. Казанский (Приволжский) федеральный университет: Институт вычислительной математики и информационных технологий, Кафедра математики и вычислительных технологий, 2012

[http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_150\\_2012\\_000118.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_150_2012_000118.pdf)

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Введение в дискретную математику : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Прикладная математика" / С.В.Яблонский .? 3-е изд., стер. ? М. : Высш. шк., 2002 .? 384с.

2. Задачи по дискретной математике для контрольных и самостоятельных работ. О.-д. функции. Теория кодирования. Графы [Текст: электронный ресурс] : учебный практикум / Казан. гос. ун-т ; сост.: А. В. Васильев, д.ф.-м.н., проф. Н. К. Замов, к.ф.-м.н., доц. П. В. Пшеничный .? Электронные данные (1 файл: 0,23 Мб) .- (Казань : Казанский государственный университет, 2009)

[http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_104\\_2009\\_000092.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_104_2009_000092.pdf)

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Кодирование - [www.urtt.ru/bib/dataindex/dm/glava\\_5~.htm](http://www.urtt.ru/bib/dataindex/dm/glava_5~.htm)

Основы теории информации и криптографии - Интуит - [www.intuit.ru/studies/courses/2256/140/info](http://www.intuit.ru/studies/courses/2256/140/info)

СБОРНИК ПРИМЕРОВ И ЗАДАЧ ПО ОСНОВАМ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ - [books.ifmo.ru/.../sbornik\\_primerov\\_i\\_zadach\\_po\\_osnovam\\_teorii\\_infor...](http://books.ifmo.ru/.../sbornik_primerov_i_zadach_po_osnovam_teorii_infor...)

Фурсов В.А. Лекции по теории информации - [window.edu.ru/resource/553/72553/files/teoria\\_informacii.pdf](http://window.edu.ru/resource/553/72553/files/teoria_informacii.pdf)

Хэмминг Р.В. Теория кодирования и теория информации - [www.twirpx.com/file/31262/](http://www.twirpx.com/file/31262/)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория информации и кодирования" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Лекционные занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером), а так же в специализированных компьютерных кабинетах.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и сетей .

Автор(ы):

Салимов Ф.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Кугураков В.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.