

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от « 28 » февраля 20 22 г. № 9  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / С.А. Мустафина

Согласовано:  
Председатель УМК факультета  
\_\_\_\_\_ / А.М. Ефимов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Теория информации и теория кодирования  
(наименование дисциплины)

Обязательная часть

(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив))

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

"Искусственный интеллект в кибербезопасности"  
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

магистр  
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

доцент каф. математического  
моделирования, к.ф.-м.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ / А.М. Ефимов  
(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2022 г.

Уфа 20 22 г.

Составитель / составители: доц. каф. матем. моделирования А.М. Ефимов

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математического моделирования протокол от « 28 » февраля 20 22 г. № 9

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<i>Теоретические и практические основы профессиональной деятельности</i>	ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1. Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально-экономические, инженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта	Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально-экономические, инженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта
		ОПК-1.2. Решает основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественно-научных, социально-экономических, инженерных знаний и знаний в области когнитивных наук	Решает основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественно-научных, социально-экономических, инженерных знаний и знаний в области когнитивных наук
		ОПК-1.3. Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
	ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1. Использует основные инструменты прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности	Использует основные инструменты прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности
		ОПК-2.2. Выбирает оптимальные инструменты статистического анализа данных для решения прикладных задач	Выбирает оптимальные инструменты статистического анализа данных для решения прикладных задач интеллектуального анализа данных

		интеллектуального анализа данных	
		ОПК-2.3. Применяет современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные компьютерные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Применяет современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные компьютерные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта
		ОПК-2.4. Обосновывает выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий	Обосновывает выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий
		ОПК-2.5. Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта
	ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Применяет современные методы построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности	Применяет современные методы построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория информации и теория кодирования» относится к обязательной части. Дисциплина изучается на 1-ом курсе в 1-ом семестре.

Цели изучения дисциплины: изучение основных положений теории информации и кодирования. Эффективное и надежное функционирование информационных систем невозможно без знания основных теоретических принципов получения, преобразования, передачи, хранения и представления информации. Изучение этих принципов и составляет основное содержание дисциплины «Теория информации и теория кодирования». Теория информации исследует общие закономерности информационных процессов, позволяет оценить качество функционирования информационных систем.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: теория вероятностей и математическая статистика, дискретная математика, языки и методы программирования.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-1.1. Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально-экономические, инженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта	Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально-экономические, инженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта	Фрагментарные представления о математических, естественнонаучных, социально-экономических, инженерных знаниях и знаниях в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта.	Неполные представления о математических, естественнонаучных, социально-экономических, инженерных знаниях в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта..	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о математических, естественнонаучных, социально-экономических, инженерных знаниях в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта..	Сформированные систематические представления о математических, естественнонаучных, социально-экономических, инженерных знаниях в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта.
ОПК-1.2. Решает основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических,	Решает основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических,	Фрагментарные умения решать основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических,	В целом успешное, но не систематическое умение решать основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных,	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических,	Сформированное умение решать основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением

общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук	естественно-научных, социально-экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук	общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук	социально-экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук	естественно-научных, социально-экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук	математических, естественно-научных, социально-экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук
ОПК-1.3. Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Фрагментарное владение навыками проводить теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проводить теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками проводить теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Успешное и систематическое владение навыками проводить теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

Код и формулировка компетенции: ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-2.1. Использует основные инструменты прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности	Использует основные инструменты прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности	Фрагментарные представления о знаниях основных инструментов прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности	Неполные представления о знаниях основных инструментов прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о знаниях основных инструментов прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности	Сформированные систематические представления о знаниях основных инструментов прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2.2. Выбирает оптимальные инструменты статистического	Выбирает оптимальные инструменты статистического анализа	Фрагментарные умения выбирать оптимальные инструменты статистического	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать оптимальные	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение	Сформированное умение выбирать оптимальные инструменты





области создания и применения искусственного интеллекта	решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	интеллектуальных компьютерных технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	коммуникационн ых и интеллектуальных компьютерных технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	интеллектуальн ых компьютерных технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта
---	---	---	---	--	---

Код и формулировка компетенции: ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-3.1 Применяет современные методы построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности	Применяет современные методы построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.	Фрагментарное владение навыками применения современных методов построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.	В целом успешное, но не систематическое владение навыками применения современных методов построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками применения современных методов построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.	Успешное и систематическое применение владения навыками применения современных методов построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-1.1. Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально-экономические, общинженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта	Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально-экономические, общинженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта	Индивидуальный, групповой опрос; контрольная работа, собеседование
ОПК-2.1. Использует основные	Использует основные	

инструменты прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности	инструменты прикладной статистики для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.2. Решает основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественно-научных, социально-экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук	Решает основные, нестандартные задачи создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественно-научных, социально-экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук	Индивидуальный, групповой опрос; лабораторные работы; собеседование
ОПК-2.2. Выбирает оптимальные инструменты статистического анализа данных для решения прикладных задач интеллектуального анализа данных	Выбирает оптимальные инструменты статистического анализа данных для решения прикладных задач интеллектуального анализа данных	
ОПК-1.3. Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Практическое задание, РГР; экзамен
ОПК-2.3. Применяет современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные компьютерные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Применяет современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные компьютерные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	
ОПК-2.4. Обосновывает выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий	Обосновывает выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий	
ОПК-2.5. Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	
ОПК-3.1 Применяет современные методы построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности	Применяет современные методы построения математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.	

## Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: билет состоит из трех вопросов, два из них по теоретической части, один – задача по одной из тем дисциплины.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Теорема о свойствах собственной условной энтропии и её доказательство.
2. Доказательство теоремы о монотонности условной собственной энтропии
3. Теорема о пределе последовательности  $\frac{1}{n} H(X^n)$ .
4. Теорема о высоковероятных множествах дискретного стационарного источника без памяти
5. Обратная теорема кодирования для дискретных стационарных источников без памяти с доказательством
6. Теореме об эргодичности стационарного источника без памяти
7. Лемма Мак-Миллана
8. Метод Хаффмена с обоснованием его корректности
9. Основная теорема теории помехоустойчивого кодирования
10. Теорема Шеннона о существовании хороших линейных кодов
11. Построение кода, исправляющего две ошибки. Циклические коды, теорема о свойствах циклического кода.
12. Циклические коды, теорема о свойствах циклического кода, построение проверочной матрицы кода с обоснованием, доказательство теоремы о цикличности кода, дуального к циклическому коду.
13. Получение уравнения для декодирования кода БЧХ. Постановка задачи восстановления регистра сдвига. Теорема Месси и следствие из неё.
14. Алгоритм Берлекемпа—Месси с обоснование его корректности и оценкой сложности.

### Образец экзаменационного билета:

**ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Факультет математики и информационных технологий**

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
дисциплина: *«Теория информации и теория кодирования»*,  
I сем. 20\_\_ - \_\_ учебного года

### Экзаменационный билет № 0

1. Метод Хаффмена с обоснованием его корректности.
2. Получение уравнения для декодирования кода БЧХ. Постановка задачи восстановления регистра сдвига. Теорема Месси и следствие из неё.
3. Задача по теме «Количество информации в сообщении. Энтропия».

Заведующий кафедрой математического моделирования

д.ф.-м.н., проф. \_\_\_\_\_ С.А. Мустафина.

### Критерии оценки:

- «отлично» выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей,

терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«хорошо»** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Вопросы для индивидуального, группового опроса, собеседования

1. Определение дискретного вероятностного ансамбля
2. Статистически независимые/зависимые дискретные вероятностные ансамбли
3. Условная вероятность
4. Понятие дискретного источника: стационарный, без памяти
5. Примеры: нестационарного источника без памяти/с памятью, стационарного без памяти/с памятью
6. Дискретная случайная величина: математическое ожидание, дисперсия, центральные моменты
7. Теорема о линейности математического ожидания случайной величины (с доказательством)
8. Неравенство Чебышёва с доказательством
9. Понятие корреляционного момента и теорема о корреляционном моменте статистически независимых случайных величин
10. Закон больших чисел в форме Чебышёва с доказательством
11. Количество собственной информации и её свойства
12. Понятие энтропии: свойства энтропии, верхняя граница энтропии с доказательством
13. Понятие энтропии: свойства энтропии, аддитивность энтропии с доказательством
14. Условная энтропия относительно сообщения
15. Условная собственная энтропия относительно дискретного вероятностного ансамбля
16. Формулировка теоремы о свойствах собственной условной энтропии
17. Формулировка и доказательство теореме о выражении энтропии совместно заданных дискретных вероятностных ансамблей через сумму условных энтропий
18. Теорема о пределе последовательности  $H(X_n|X^{n-1})$  с доказательством
19. Энтропия стационарного источника на сообщение
20. Понятия кода, кодового символа, кодового алфавита, кодового слова, мощности кода, равномерного и неравномерного кода, кодирование сообщений
21. Утверждение о максимальной мощности равномерного и неравномерного кода с доказательством
22. Ошибка и скорость равномерного кодирования, скорость создания информации дискретным источником
23. Формулировка прямой и обратной теорем кодирования для произвольного источника
24. Формулировка теоремы о высоковероятных множествах дискретного стационарного источника без памяти

25. Прямая теорема кодирования для дискретных стационарных источников без памяти с доказательством
26. Понятие эргодического источника
27. Пример неэргодического источника с обоснованием
28. Теорема о высоковероятных множествах эргодического источника
29. Прямая теорема кодирования эргодических источников
30. Обратная теорема кодирования эргодических источников
31. Средняя скорость неравномерного кодирования
32. Однозначно декодируемый неравномерный код, префиксный код, суффиксный код
33. Необходимое условие однозначной декодируемости кода с доказательством
34. Кодовое дерево и префиксные коды
35. Неравенство Крафта для префиксных кодов с доказательством достаточности
36. Понятие оптимального кода, теорема о минимально возможной средней длине кодовых слов однозначно декодируемого кода с доказательством
37. Верхняя граница минимальной средней длины кодовых слов однозначно декодируемого кода с доказательством
38. Прямая теорема кодирования для неравномерных кодов с доказательством
39. Обратная теорема кодирования для неравномерных кодов с доказательством
40. Метод Шеннона—Фано с обоснованием
41. Общая схема метода Хаффмена
42. Двоичный симметричный канал связи, его пропускная способность
43. Минимальный многочлен элемента конечного поля, его свойства с доказательством
44. Суть стратегии декодирования по методу максимума правдоподобия, понятие ошибки декодирования
45. Понятие кода, исправляющего ошибки, длина кода, скорость его передачи, кодовое расстояние, кодирование
46. Понятие линейного кода, линейный блочный  $[n,k]_q$ -код, длина, размерность и кодовое расстояние линейного блочного кода
47. Порождающая матрица линейного кода, утверждение о том, когда две матрицы порождают один и тот же код с доказательством, утверждение о числе порождающих матриц кода с доказательством, утверждение о числе  $[n,k]_q$ -кодов с доказательством
48. Систематический кодер линейного кода
49. Формулировка прямой теоремы Шеннона для помехоустойчивого кодирования
50. Понятие стандартного расположения, ошибка декодирования при использовании стандартного расположения
51. Когда декодер, работающий в соответствии со стандартным расположением, исправляет ошибки кратности  $t$  с вероятностью 1?
52. Понятие совершенного кода и квазисовершенного кода
53. Граница Хемминга с доказательством
54. Граница Синглтона с доказательством
55. Граница Варшамова—Гильберта с доказательством
56. Понятие проверки на чётность для кода, дуальный код, проверочная матрица и её свойства
57. Синдром вектора, использование синдрома для декодирования по стандартному расположению. Когда код, исправляет все ошибки кратности не более  $t$  с вероятностью 1, в терминах синдромов векторов?
58. Как построить код, исправляющий одну ошибку? Параметры кода, исправляющего одну ошибку. Схема его декодирования.
59. Понятие циклического кода, понятие идеала кольца  $R_n$ , понятие главного идеала, интерпретация циклического кода через идеалы кольца  $R_n$
60. Понятие проверочного многочлена.
61. Граница БЧХ (с доказательством).
62. Понятие кода БЧХ и его параметры.
63. Понятие многочлена локаторов ошибок.

64. Понятие регистра сдвига с линейными обратными связями, присоединенный многочлен регистра сдвига.

### Критерии оценки:

- **«отлично»** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«хорошо»** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Типовые задания для практических занятий

**1 – 10.** Определить среднее количество информации, содержащееся в сообщении, используемом три независимых символа  $S_1, S_2, S_3$ . Известны вероятности появления символов  $p(S_1)=p_1, p(S_2)=p_2, p(S_3)=p_3$ . Оценить избыточность сообщения.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_1$	0,1	0,2	0,3	0,1	0,15	0,1	0,2	0,2	0,05	0,15
$p_2$	0,15	0,1	0,15	0,3	0,2	0,4	0,25	0,3	0,15	0,25
$p_3$	0,75	0,7	0,55	0,6	0,65	0,5	0,55	0,5	0,8	0,6

**11 – 20.** В условии предыдущей задачи учесть зависимость между символами, которая задана матрицей условных вероятностей  $P(S_j / S_i)$ .

$$\begin{array}{ll}
 11. \begin{pmatrix} 0,8 & 0 & 0,2 \\ 0 & 0,5 & 0,5 \\ 0,1 & 0,5 & 0,4 \end{pmatrix} & 12. \begin{pmatrix} 0 & 0,4 & 0,6 \\ 0,7 & 0,1 & 0,2 \\ 0,5 & 0 & 0,5 \end{pmatrix} & 13. \begin{pmatrix} 0,6 & 0,2 & 0,2 \\ 0,3 & 0 & 0,7 \\ 0 & 0,4 & 0,6 \end{pmatrix} & 14. \begin{pmatrix} 0,2 & 0 & 0,8 \\ 0,5 & 0,1 & 0,4 \\ 0 & 0,3 & 0,7 \end{pmatrix} \\
 15. \begin{pmatrix} 0,1 & 0,8 & 0,1 \\ 0 & 0,3 & 0,7 \\ 0,4 & 0 & 0,6 \end{pmatrix} & 16. \begin{pmatrix} 0 & 0,2 & 0,8 \\ 0,5 & 0 & 0,5 \\ 0,4 & 0,3 & 0,3 \end{pmatrix} & 17. \begin{pmatrix} 0,4 & 0 & 0,6 \\ 0,8 & 0,1 & 0,1 \\ 0 & 0,3 & 0,7 \end{pmatrix} & 18. \begin{pmatrix} 0,3 & 0,2 & 0,5 \\ 0 & 0,1 & 0,9 \\ 0,2 & 0 & 0,8 \end{pmatrix} \\
 19. \begin{pmatrix} 0 & 0,3 & 0,7 \\ 0,1 & 0,3 & 0,6 \\ 0,6 & 0 & 0,4 \end{pmatrix} & 20. \begin{pmatrix} 0,5 & 0,5 & 0 \\ 0,3 & 0,3 & 0,4 \\ 0 & 0,7 & 0,3 \end{pmatrix} & & 
 \end{array}$$

**21 – 30.** Провести кодирование по одной и блоками по две буквы, используя метод Шеннона–Фано. Сравнить эффективности кодов. Данные взять из задач №1 –10.

**31 – 40.** Алфавит передаваемых сообщений состоит из независимых букв  $S_i$ . Вероятности появления каждой буквы в сообщении заданы. Определить и сравнить эффективность кодирования сообщений методом Хаффмана при побуквенном кодировании и при кодировании блоками по две буквы.

№	$p(S_i)$	№	$p(S_i)$
31	(0,6;0,2;0,08;0,12)	36	(0,7;0,2;0,06;0,04)
32	(0,7;0,1;0,07;0,13)	37	(0,6;0,3;0,08;0,02)
33	(0,8;0,1;0,07;0,03)	38	(0,5;0,2;0,11;0,19)
34	(0,5;0,3;0,04;0,16)	39	(0,5;0,4;0,08;0,02)
35	(0,6;0,2;0,05;0,15)	40	(0,7;0,2;0,06;0,04)

**41 – 50.** Декодировать полученное сообщение  $c$ , если известно, что использовался (7, 4) – код Хэмминга. Провести кодирование кодом с проверкой четности.

№	$c$	№	$c$
41	1100011	46	1011011
42	1010011	47	1010101
43	1101101	48	0110111
44	1101001	49	1110101
45	1100111	50	1000101

**51 – 60.** Определить пропускную способность канала связи, по которому передаются сигналы  $S_i$ . Помехи в канале определяются матрицей условных вероятностей  $P(S_j / S_i)$ . За секунду может быть передано  $N=10$  сигналов.

$$\begin{array}{ll}
 51. \begin{pmatrix} 0,2 & 0,8 & 0 \\ 0 & 0,2 & 0,8 \\ 0,8 & 0 & 0,2 \end{pmatrix} & 52. \begin{pmatrix} 0,4 & 0,3 & 0,3 \\ 0,3 & 0,4 & 0,3 \\ 0,3 & 0,3 & 0,4 \end{pmatrix} & 53. \begin{pmatrix} 0,7 & 0,3 & 0 \\ 0 & 0,7 & 0,3 \\ 0,3 & 0 & 0,7 \end{pmatrix} & 54. \begin{pmatrix} 0,2 & 0,4 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 0,4 \\ 0,4 & 0,4 & 0,2 \end{pmatrix} \\
 55. \begin{pmatrix} 0,4 & 0,6 & 0 \\ 0 & 0,4 & 0,6 \\ 0,6 & 0 & 0,4 \end{pmatrix} & 56. \begin{pmatrix} 0,6 & 0,2 & 0,2 \\ 0,2 & 0,6 & 0,2 \\ 0,2 & 0,2 & 0,6 \end{pmatrix} & 57. \begin{pmatrix} 1/3 & 1/3 & 1/6 & 1/6 \\ 1/6 & 1/6 & 1/3 & 1/3 \end{pmatrix} \\
 58. \begin{pmatrix} 0,8 & 0,1 & 0,1 \\ 0,1 & 0,8 & 0,1 \\ 0,1 & 0,1 & 0,8 \end{pmatrix} & 59. \begin{pmatrix} 0,4 & 0,4 & 0,1 & 0,1 \\ 0,1 & 0,1 & 0,4 & 0,4 \end{pmatrix} & 60. \begin{pmatrix} 0,3 & 0,35 & 0,35 \\ 0,35 & 0,3 & 0,35 \\ 0,35 & 0,35 & 0,3 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

#### Критерии оценки:

- «отлично» выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на задания из всех 6 блоков;
- «хорошо» выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на задания из 4-5 блоков;
- «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на задания из 2-3 блоков;
- «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент может решить задания менее чем из 2 блоков.

**Задание 61:** Использование оптимальных кодов для сжатия данных: ZIPmeHuffman

Требования к программе

Требуется реализовать программу сжатия данных по методу Хаффмана

Программа должна работать в двух режимах.

Режим 1. На вход подаётся бинарный файл.

Программа сжимает файл, сохраняя результат в файл с тем же именем, что и входящий, но с расширением `znh`.

Сжатие выполняется двухпроходным методом Хаффмена.

В первый проход строится модель, а во второй проход выполняется сжатие данных.

Формат сжатого файла определяется разработчиком программы.

Режим 2. На вход подаётся файл с расширением `znh`.

Программа выполняет разархивирование файла. Результат записывается в файл с тем же именем, что и входной файл, но без расширения `znh`.

Предусмотреть возможно обработки файлов, которые повреждены или имеют некорректный формат. В этом случае надо уведомлять пользователя.

Предпочтительный язык программирования — `python`. В случае использования другого языка нужно создать простую сборочную систему на основе `make`-файлов для трёх операционных системы: `Windows 10`, `MacOS 10.15+`, `Linux`.

Пример работы программы. Пусть на вход программе был подан текстовый файл в UTF-8 кодировке:

```
``bash
мама мыла раму
...
```

Бинарное представление этого файла следующее:

```
``bash
d0bc("м") d0b0("а") d0bc("м") d0b0("а") 20(" ") d0bc("м") d18b("ы") d0bb("л") d0b0("а") 20(" ")
d180("р") d0b0("а") d0bc("м") d183("у")
...
```

Разбиваем файл на байты

```
``bash
d0 bc d0 b0 d0 bc d0 b0 20 d0 bc d1 8b d0 bb d0 b0 20 d1 80 d0 b0 d0 bc d1 83
...
```

Строим модель — словарь, содержащий сколько раз какой байт встречается в файле

```
``json
{
  "d0": 9,
  "bc": 4,
  "b0": 4,
  "d1": 3,
  "20": 2,
  "8b": 1,
  "bb": 1,
  "80": 1,
  "83": 1
}
...
```

Строим код Хаффмена. Например, такой:

```
``json
{
  "d0": 0,
  "bc": 101,
  ...
}
```



```
"b0": 110,  
"d1": 1111,  
"20": 1110,  
"8b": 10011,  
"bb": 10010,  
"80": 10001,  
"83": 10000  
}  
...
```

Получаем кодирование входного сообщений

```
```bash  
0 101 0 110 0 101 0 110 1110 0 101 1111 10011 0 10010 0 110 1110 1111 10001 0 110 0 101 1111  
10000  
...
```

Или в байтах

```
```json  
01010110  
01010110  
11100101  
1111001  
10100100  
11011101  
11110001  
01100101  
11111000  
0  
...
```

Что тоже самое:

```
```bash  
56 56 e5 f9 a4 dd f1 65 f8 00  
...
```

Таким образом, на входе

```
```text  
d0bcd0b0d0bcd0b020d0bcd18bd0bbd0b020d180d0b0d0bcd183  
...
```

получим сжатую версию файла:

```
```text  
5656e5f9a4ddf165f800  
...
```

НО!

1. Нужно ещё добавить к этому построенный код Хаффмена, который представляет собой таблицу из девяти пар байтов! Соответственно нужно результат сжатия и таблицу «интегрировать» в один бинарный файл. Постарайтесь сделать это максимально компактно.
2. Последний байт является неполным! Надо это учесть. В противном случае при декодировании в файле появятся лишние байты и файл в итоге может быть испорчен.

На файлах очень маленького размера (десятки байт) накладные расходы на представление самого кода могут перекрывать выигрыш, полученный при сжатии содержимого. Это естественный процесс.

### **Требования к выполнению задания и принцип его оценивания.**

Предполагается, что к программе будет приложен файл пояснительной записки с описанием формата `znh`, объяснением как были решены проблемы с интеграцией кода в файлы и борьбы с возможными лишними битами в последнем байте. Также записка должна содержать анализ

того на сколько можно добиться сжатия различных типов файлов. Необходимо провести аналитическое (ответить на вопрос почему наблюдаются такие результаты, как их можно интерпретировать) сравнение с известными архиваторами (zip, rar, 7z и т.д). Вклад в оценку — 25 %. Оценивается правильность и скорость (!) работы программы (вклад в оценку — 70 %) и её эргономика (вклад в оценку — 5 %). Плагиат кода или пояснительной записки — обнуляет выполнение задачи. И она не засчитывается. Плагиатом не является любое заимствование с указанием его авторства. Заимствованный участок кода не включается в оценивание. Например, Вы не смогли реализовать функцию и заимствовали её у друга, указав это в программе. Реализация этой функции исключается из вклада в оценку правильности работы программы на основе «важности» (принципиальности) этой функции в программе. Важность вещь разумно-субъективная, определяемая лектором курса. Так, если Вы заимствовали реализацию алгоритма сжатия, то, ясно, что это важная функция, т. к. она проверяет знания по теме курса. И её вклад может быть до 20 % вклада кода программы в оценку. В этом случае, этот вклад вычитается из общего вклада в 50 % и получается 30 % вклада программы. Если же была заимствована функция реализации интерфейса командной строки, то она не относится к тем функциям, которые призваны проверить знания по теме курса, поэтому её принципиальность может быть оценена не более, чем в 5 %. Для получения оценки «отлично» нужно выполнить задание более, чем на 79 %, оценка «хорошо» ставится за выполнение на 65 % — 79 %, за 50 % — 65 % — «тройка», и при выполнении задания менее, чем на 50 % ставится — «неудовлетворительно».

**Задание 62.** Требуется реализовать программу, реализующую схему декодирования на основе стандартного расположения.

Программа должна работать в трёх режимах.

Режим 1 или режим генерации кода. На вход подаётся:

R — скорость передачи кода;

n — длина блока сообщения;

p — вероятность ошибки в двоичном симметричном канале связи.

По выходным параметрам генерирует случайный линейный код длины n со скоростью передачи по меньшей мере R, строит его порождающую матрицу в систематическом виде, строит словарь для декодирования сообщений с границей числа ошибок t. На выходе программы появляется файл, содержащий необходимую информацию для работы остальных режимов программы. Если такого кода не существует, то выдать объяснение того почему такой код не существует. На выходе в файл записывается информация для кодера, а также информация для декодера. На экран выводится оценка вероятности ошибки декодера для этого кода на ошибках кратности не более t. Число ошибок определяется исходя из входных параметров.

Режим 2 или режим кодирования. На вход подаётся:

Файл с описанием кода и параметров канала связи, полученный в результате запуска программы в режиме 1;

Сообщение m для кодирования.

Случайно генерируется ошибка e в соответствии с вероятностью ошибки в двоичном симметричном канале. Вероятность берётся из входного файла. На экран выводится результат кодирования и наложения ошибки, а также значение вектора ошибки для контроля правильности работы программы.

Режим 3 или режим декодирования. На вход подаётся:

Файл с описанием кода и параметров канала связи, полученный в результате запуска программы в режиме 1;

Сообщение u для декодирования.

На экран выводится значение ошибки, кодовый вектор и декодированное сообщение.

Предпочтительный язык программирования — python. В случае использования другого языка нужно создать простую сборочную систему на основе make-файлов для трёх операционных системы: Windows 10, MacOS 10.15+, Linux.

### **Требования к выполнению задания и принцип его оценивания.**

Предполагается, что к программе будет приложен файл пояснительной записки с описанием формата файла с описанием кода и с параметрами канала связи. Вклад в оценку — 5 %.

Оценивается правильность работы программы (вклад в оценку — 50 %), скорость и правильность построения стандартного расположения (вклад в оценку — 30 %) и её эргономика (вклад в оценку — 15 %). Плагиат кода или пояснительной записки — обнуляет выполнение задачи. И она не засчитывается. Плагиатом не является любое заимствование с указанием его авторства. Заимствованный участок кода не включается в оценивание. Например, Вы не смогли реализовать функцию и заимствовали её у друга, указав это в программе. Реализация этой функции исключается из вклада в оценку правильности работы программы на основе «важности» (принципиальности) этой функции в программе. Важность вещь разумно-субъективная, определяемая лектором курса. Так, если Вы заимствовали реализацию алгоритма кодирования, то, ясно, что это важная функция, т. к. она проверяет знания по теме курса. И её вклад может быть до 20 % вклада кода программы в оценку. В этом случае, этот вклад вычитается из общего вклада в 50 % и получается 30 % вклада программы. Если же была заимствована функция реализации интерфейса командной строки, то она не относится к тем функциям, которые призваны проверить знания по теме курса, поэтому её принципиальность может быть оценена не более, чем в 5 %. Для получения оценки «отлично» нужно выполнить задание более, чем на 79 %, оценка «хорошо» ставится за выполнение на 65 % — 79 %, за 50 % — 65 % — «тройка», и при выполнении задания менее, чем на 50 % ставится — «неудовлетворительно».

### **Задания для лабораторных работ**

Оценочные средства для лабораторных работ представлены в методических указаниях [4], а также это задания 61 и 62.

#### **Критерии оценки:**

- **«отлично»** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«хорошо»** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## Задание для расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа состоит в выполнении комплексного практического задания по тематике лабораторных работ.

### Критерии оценки:

- **«отлично»** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«хорошо»** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 5-балльной в двухбалльную для расчетно-графической работы производится следующим образом:

- **«зачтено»** – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»;
- **«незачтено»** – «неудовлетворительно».

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. В. М. Сидельников, *Теория кодирования* - М. : Физматлит, 2008,— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека»— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/68384/>>.
2. Б.Д. Кудряшов, *Теория информации* – СПб.: Питер, 2016.
3. В.В. Лидовский, *Теория информации*, – М.: МЦНМО, 2-е изд., 2006. (книга является свободно распространяемой Московским центром непрерывного математического образования):  
[http://www.mccme.ru/free-books/izdano/2004/it\\_ebook1.pdf](http://www.mccme.ru/free-books/izdano/2004/it_ebook1.pdf)
4. А.М. Ефимов, *Элементы теории информации, методические указания и описание лабораторных работ* - Уфа: РИЦ БашГУ, 2020.

#### Дополнительная литература:

5. Р. В. Хэмминг, *Теория кодирования и теория информации* — М. : "Радио и связь", 1983.
6. Э.Л. Балюкевич, *Основы теории информации* – М.: Издат. центр ЕАОИ, 2008. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную

систему «Университетская библиотека online» .—  
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90955>>

7. Т.А. Гультяева, *Основы теории информации и криптографии* - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online» .—  
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228963>>
8. Г.И. Хохлов, *Основы теории информации* - М.: Академия, 2008.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Открытый образовательный видеопортал UniverTV.ru. Образовательные фильмы на различные темы. Лекции в ведущих российских и зарубежных вузах. Научная конференция или научно-популярная лекция по интересующему вас вопросу. <http://univertv.ru/video/matematika/>
- Общероссийский математический портал. <http://www.mathnet.ru>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
- ЭБС издательства «Лань»;
- ЭБС «Электронный читальный зал»;
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>);
- Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
- Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
- Среда разработки Microsoft Visual Studio Community 2017 (Условия лицензии на программное обеспечение Microsoft Visual Studio Community 2017, свободное программное обеспечение).
- AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent AppWaveEnglish; договор №263 от 07.12.2012 г.
- Simply Linux x86\_64 (лицензионный договор на программное обеспечение Simply Linux 8.2.0 и включенные для него программы для ЭВМ, свободное программное обеспечение)
- Python 3.9 (лицензия Python SoftwareFoundationLicense, свободное программное обеспечение)

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитории № 531 (физмат корпус - учебное).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий</b></p>	<p><b>Аудитория № 531</b> Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор.ДА32.</p> <p><b>Аудитория № 520а</b></p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

<p><i>семинарского типа:</i> аудитории № 520а, (физмат корпус - учебное).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитории №531,520а.</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитории № 531,520а (физмат корпус - учебное).</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 426 (физмат корпус - учебное), читальный зал № 2 (физмат корпус - учебное).</p> <p><b>6. помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования -</b> аудитория № 522 (физмат корпус - учебное)</p>	<p>Учебная мебель, доска, монитор LG 19 L1942S SF 1280 x 1024,5ms,8000:1,black (3,4кг,VGA, 19"(48,3см)5мс, мониторы LG 19" L1942S BF 1280x1024,5ms,8000:1,black 10 шт., системный блок HP Pavilion Slimline S3500FAMD Athlon64 X2 5400+/2.8GHz,4Gb,500Gb 12 шт.,доска аудитор.ДА36</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория №522</b></p> <p>Учебная мебель, доска, персональный компьютер LenovoThinkCentre A70z IntelPentium E 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., кондиционер LessarLS/LU-H24KB2.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 426</b></p> <p>Учебная мебель, доска, персональные компьютеры Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., шкаф TLK TWP-065442-G-GY.</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	<p>3. Среда разработки Microsoft Visual Studio Community 2017 (Условия лицензии на программное обеспечение Microsoft Visual Studio Community 2017, свободное программное обеспечение).</p> <p>4. AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent AppWaveEnglish; договор №263 от 07.12.2012 г.</p> <p>5. Simply Linux x86_64 (лицензионный договор на программное обеспечение Simply Linux 8.2.0 и включенные для него программы для ЭВМ, свободное программное обеспечение)</p> <p>6. Python 3.9 (лицензия Python SoftwareFoundationLicense, свободное программное обеспечение)</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Теория информации и теория кодирования на 1 семестр  
(наименование дисциплины)очная  
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	37,7
лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	89,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52,8

Форма(ы) контроля:

экзамен 1 семестр

зачет \_\_\_\_\_ семестр

В том числе:

расчетно-графическая работа 1 семестр, контактных часов – 0,5, часов на самостоятельную работу – 10.

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Дискретные ансамбли и источники: дискретный источник, стационарный источник, источник без памяти, примеры стационарных, нестационарных источников, источников с памятью и без памяти	1		1	2	[1, 2, 5-8]	[3]	Индивидуальный, групповой опрос, собеседование
2.	Количество информации в сообщении. Энтропия как количество собственной информации в сообщении. Энтропия на сообщение дискретного стационарного источника: первая теорема о пределе энтропии, вторая теорема о пределе энтропии, определение энтропии стационарного источника на сообщение.	1		1	2	[1, 2, 5-8]	[3]	Индивидуальный, групповой опрос, собеседование
3.	Задача кодирования дискретных источников равномерными кодами: понятие кода, равномерный и неравномерный код, мощность кода,	1		0	3	[1, 2, 5-8]	[3]	Индивидуальный, групповой опрос, собеседование



	<p>утверждение о верхней оценки мощности равномерного и неравномерного кода, кодирование сообщения, кодирование сообщений ансамбля, побуквенное кодирование, кодирование по словарю, множество однозначно кодируемых и декодируемых блоков, множество неоднозначно кодируемых и декодируемых блоков, ошибка равномерного кодирования, скорость равномерного кодирования, скорость создания информации при равномерном кодировании, прямая и обратные теоремы кодирования.</p>							
4.	<p>Кодирование стационарных источников без памяти. Теорема о высоковероятных множествах дискретного источника без памяти. Высоковероятные множества для двоичного источника без памяти с различными параметрами распределения вероятности. Прямая и обратная теоремы кодирования стационарных источников без памяти</p>	2		1	5	[1, 2, 5-8]	[3]	<p>Индивидуальный, групповой опрос, собеседование</p>

	равномерными кодами.							
5.	Эргодические дискретные источники: среднее арифметическое условной собственной информации сообщения, вычисленная по множеству источников и вычисленная по реализации одного источника, роль закона больших чисел, определение класса эргодических источников, теорема об эргодичности дискретного стационарного источника без памяти, пример неэргодического источника. Количество информации, порождаемое эргодическим источником: лемма Мак-Миллана, прямая теорема кодирования, обратная теорема кодирования.	1		0	3	[1, 2, 5-8]	[3]	Индивидуальный, групповой опрос, собеседование
6.	Неравномерное кодирование дискретных источников: постановка задачи, средняя скорость неравномерного кодирования, однозначно декодируемый код, префиксный код, суффиксный код, свойство однозначно декодируемого кода (ограничение на длины кодовых слов), кодовое дерево, неравенство	2		2	8	[1, 2, 5-8]	[3,4]	Лабораторные работы

	Крафта. Теорема о средней длине кодовых слов однозначно декодируемого кода для одноместного ансамбля, оптимальный код, теорема о существовании оптимального $D$ -ичного кода для одноместного ансамбля, средняя длина кода для произвольного ансамбля, среднее количество кодовых слов и средняя скорость кодирования для произвольного ансамбля, обратная теорема кодирования для произвольного ансамбля, прямая теорема кодирования для произвольного ансамбля. Оптимальные неравномерные коды. Метод Шенно-Фано, метод Хаффмена.							
7.	Двоичный симметричный канал, его энтропия, пропускная способность. Задача помехоустойчивого декодирования. Определение двоичного блокового кода. Определение линейного кода. Определение двоичного линейного блокового кода. Определение порождающей матрицы кода. Определение	2		0	5	[1, 2, 5-8]	[3]	Индивидуальный, групповой опрос, собеседование

	<p>скорости передачи линейного кода.  Утверждение о связи порождающих матриц одного и того же кода.  Определение систематического кода.  Задача декодирования.  Декодирование по методу максимума правдоподобия и его обоснование. Стратегия декодирования в ближайшее кодовое слово и её обоснование. Ошибка декодирования. Прямая теорема Шеннона</p>							
8.	<p>Смежный класс по линейному коду. Лидеры смежного класса. Ошибка декодирования при использовании стандартного расположения.  Кодовое расстояние. Связь кодового расстояния с исправляющей способностью кода.  Приближения вероятности ошибки для кода, исправляющего <math>t</math>- ошибок.  Совершенный и квазисовершенный коды.</p>	1		1	5	[1, 2, 5-8]	[3]	<p>Индивидуальный, групповой опрос, собеседование</p>
9.	<p>Дуальный код.  Проверочная матрица.  Определение линейного кода через проверочную матрицу. Связь кодового расстояния и проверочной матрицы кода. Три</p>	1		1	4,5	[1, 2, 5-8]	[3,4]	<p>Лабораторные работы</p>

	<p>свойства дуального кода.  Слабо самодуальный и самодуальный коды.  Синдром вектора.  Стандартное расположение и синдром лидеров смежного класса.  Декодирование, используя синдром. Синдромный критерий того, что код исправляет <math>t</math>-ошибок.</p>							
10.	<p>Код, исправляющий одну ошибку. Код Хэмминга: порождающая и проверочная матрица. Два способа кодирования кода Хэмминга. Декодирование кода Хэмминга. Граница Хэмминга. Граница Варшавова–Гильберта как аналог прямой теоремы Шеннона для линейных кодов. Граница Синглтона.</p>	1		3	8	[1, 2, 5-8]	[3]	<p>Индивидуальный, групповой опрос, собеседование</p>
11.	<p>Код, исправляющий две ошибки. Циклические коды. Проверочная матрица циклического кода. Минимальный многочлен элемента расширения конечного поля и его свойства. Циклотомический класс и построение минимальных многочленов. Циклическость кода Хэмминга. Циклическость кода, исправляющего</p>	1		3	8	[1, 2, 5-8]	[3]	<p>Индивидуальный, групповой опрос, собеседование</p>

	две ошибки.							
12.	Коды БЧХ как обобщение кодов Хэмминга. Задача декодирования кодов БЧХ. Локаторы ошибок. Многочлен локаторов ошибок. Уравнения декодирования. Последовательность, полученная на линейном регистре сдвига. Присоединённый многочлен. Линейная сложность последовательности (минимальная длина регистра сдвига). Теорема Месси. Алгоритм Берлекемпа–Месси и оценка его сложности. Использование алгоритма Берлекемпа–Месси для декодирования кодов БЧХ	4		5	18	[1, 2, 5-8]	[3,4]	Лабораторные работы
	Расчетно-графическая работа				10			РГР
	<b>Всего часов:</b>	18		18	89,5			