

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

**УТВЕРЖДЕНО**  
 решением Ученого совета ФМИАТ  
 от « 16 » мая 2023 г., протокол № 4/223  
 Председатель Волков М.А.  
*подпись* *Богданов А.Ю.* *подпись*  
 « 16 » мая 2023 г.



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Основы теории кодирования
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Прикладной математики
Курс	3

Направление (специальность): **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль/специализация): Имитационное моделирование и анализ данных

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 1 сентября 2023 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 20\_\_\_ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 20\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 20\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Богданов А.Ю.	ПМ	Доцент, к.ф.м.н., доцент

<b>СОГЛАСОВАНО</b>
Заведующий выпускающей кафедрой при- кладной математики
 /Бутов А.А./ Подпись                      ФИО « 16 » 05 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели освоения дисциплины:** Данная дисциплина знакомит студентов с важнейшими методами теории кодирования, как теоретическими, так и численными. В процессе обучения студенты должны усвоить методику дисциплины и приобрести навыки исследования и решения задач теории кодирования. Достижение этих целей обеспечивает выпускнику получение высшего профессионально профилированного образования и обладание перечисленными ниже общими и предметно-специализированными компетенциями. Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами "Алгебра и геометрия", "Комбинаторика", "Дискретная математика и математическая логика".

**Задачи освоения дисциплины:** Предметом изучения являются общая алгебраическая теория кодирования, линейные коды, полиномиальная интерпретация линейного кода, циклические коды, установление обобщающих связей между различными прикладными разделами алгебры.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина «Основы теории кодирования» (Б1.В.1.ДВ.04.02) относится к дисциплинам Вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Основной Профессиональной Образовательной Программы по направлению подготовки –01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Для изучения этой дисциплины необходимы знания основных методов линейной алгебры, комбинаторики и дискретной математики. Дисциплина закладывает фундаментальные математические знания, необходимые для изучения основных курсов, посвященных аналитическому математическому и имитационному компьютерному моделированию реальных объектов, а также других дисциплин вариативной части профессионального цикла этой ОПОП и для прохождения государственной итоговой аттестации.

Данная дисциплина базируется на входных знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им при изучении предшествующих учебных дисциплин, указанных в Приложении к данной рабочей программе: Введение в специальность, Архитектура компьютеров, Языки и методы программирования, Операционные системы, Инновационная экономика и технологическое предпринимательство, Современные технологии программирования, Базы данных, Профессиональный иностранный язык, Статистические пакеты обработки данных, Управление стартапами в технологическом предпринимательстве, 1С:Предприятие для программистов и системных администраторов, Разработка требований и проектирование программного обеспечения, Современные финансовые инструменты технологического предпринимательства,

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении последующих дисциплин: Дополнительные главы математической статистики, Программирование для Интернет, Компьютерные модели случайных процессов, Разработка мобильных приложений, Управление по неполным данным, Проектная деятельность, Факультатив "Основы нейронных сетей", Компьютерная графика, Управляемые стохастические системы, Преддипломная практика, Подготовка и сдача государственного экзамена, Подготовка и защита ВКР.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-4 – способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет») и в других источниках; ПК-6 – способность к планированию и осуществлению профессиональной деятельности с учетом специфики прикладной математики и информатики	<b>Знать:</b> основные теоретические положения теории кодирования, методы решения и исследования важнейших типовых задач, важнейшие алгоритмы кодирования.  <b>Уметь:</b> правильно проводить математическую формализацию задач, выбирать адекватные математические модели, математически корректно применять методы теории кодирования, выполнять интерпретацию математических результатов для реальных систем.  <b>Владеть:</b> знаниями основных понятий, утверждений, а также методами теории кодирования, как теоретическими, так и численными.

### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 4 зачетные единицы.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36	36/36*
Аудиторные занятия:	36	36/36*
лекции	18	18/18*
Семинары и практические занятия	18	18/18*
Лабораторные работы, практикумы	-	-
Самостоятельная работа	72	72
Форма текущего контроля знаний и контроля	устный опрос,	устный опрос, проверка решения задач,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	проверка решения задач, 1 контрольная работа	1 контрольная работа
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен	экзамен
Всего часов по дисциплине	144	144

*\*В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения*

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная.


Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практики			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Основные задачи теории кодирования</b>							
Этапы становления теории кодирования. Значение трудов Н. Винера и К. Шеннона. Блок-схема системы связи, преобразование сигнала в канале связи. Идея кодирования. Блочные коды. Задачи кодера и декодера. Расстояние Хэмминга, разреженность кода. Количество кодовых слов в шаре радиуса $r$ . Число исправляемых ошибок и разреженность кода. Основные задачи теории кодирования, математическая формализация канала связи.	10	2	2	-	4	6	Устный опрос, проверка решения задач
<b>Раздел 2. Важнейшие алгебраические структуры</b>							
Важнейшие алгебраические структуры. Определение и простейшие свойства групп. Абелевы	17	3	2	-	5	12	Устный опрос, проверка решения

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

группы, изоморфизм. Группа перестановок, её свойства. Определение и простейшие свойства колец. Примеры колец. Конечные кольца. Кольцо $\mathbf{Z}_n$ . Поля. Теорема о порядке конечного поля. Свойство мультипликативной группы конечного поля. Векторные пространства над конечными полями.							задач
<b>Раздел 3. Линейные коды</b>							
Линейный код и его порождающая матрица. Декодирование с помощью порождающей матрицы. Существование порождающей матрицы эквивалентного кода в систематическом виде. Проверочная матрица линейного кода как порождающая матрица двойственного кода. Теорема о проверочной матрице для линейного кода с "систематической" порождающей матрицей. Пример. Разреженность линейного кода, связь с "антирангом" проверочной матрицы. Неравенство Синглтона. Коды с максимальной разреженностью. Пример. Декодирование линейных кодов. Разложение на смежные классы и стандартная таблица декодирования. Граница надёжности. Пример. Синдромная таблица декодирования. Пример. Совершенные коды. Бинарные коды Хэмминга, их совершенность. Декодирование кодов Хэмминга по проверочной матрице $H$ . Пример. Коды Рида-Маллера, их свойства.	27	5	4	-	9	18	Устный опрос, проверка решения задач
<b>Раздел 4. Полиномиальная интерпретация линейного кода</b>							
Кольцо вычетов $F_q[x]/(g(x))$ ; крите-	27	5	4	-	9	18	Устный опрос, проверка

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

рий того, что это кольцо является полем. Пример. Полиномиальная интерпретация линейного кода. Первая конструкция полиномиальных кодов. Делимые коды. Порождающий многочлен. Построение порождающей матрицы делимого кода по порождающему многочлену. Несохранение свойства делимости у двойственного и эквивалентного кодов. Модульное умножение. Вторая конструкция полиномиальных кодов.							решения задач
<b>Раздел 5. Циклические коды</b>							
Циклические коды и их полиномиальные интерпретации. Теорема о свойствах порождающего многочлена. Проверочный многочлен циклического кода. Теорема о свойствах проверочного многочлена. Построение проверочной матрицы циклического кода по проверочному многочлену. Декодирование циклических кодов. Полиномиально-синдромная таблица декодирования. Пример. Циклические коды в расширенном поле. Условие принадлежности многочлена полиномиальному циклическому коду в терминах корней его порождающего многочлена. Метод построения делимых и циклических кодов с помощью элементов расширенного поля. Пример. Пакеты ошибок. Теорема об исправлении пакета ошибок циклическим кодом. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема, их параметры. Теорема о связи конструктивной разрежённости БЧХ-кода с его разрежённостью. Примеры синтеза БЧХ-	27	5	4	-	9	18	Устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

кодов длины 15, исправляющих 2, 3, 4 ошибки. Код Рида-Соломона, теорема о свойствах его параметров. Пример.							
экзамен	36						
Итого 6 семестр	144	20	16	-	36	72	
Всего	144	20	16	-	36	72	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Раздел 1. Основные задачи теории кодирования

Этапы становления теории кодирования. Значение трудов Н. Винера и К. Шеннона. Блок-схема системы связи, преобразование сигнала в канале связи. Идея кодирования. Блочные коды. Задачи кодера и декодера. Расстояние Хэмминга, разрежённость кода. Количество кодовых слов в шаре радиуса  $r$ . Число исправляемых ошибок и разрежённость кода. Основные задачи теории кодирования, математическая формализация канала связи.

### Раздел 2. Важнейшие алгебраические структуры

Важнейшие алгебраические структуры. Определение и простейшие свойства групп. Абельевы группы, изоморфизм. Группа перестановок, её свойства. Определение и простейшие свойства колец. Примеры колец. Конечные кольца. Кольцо  $\mathbf{Z}_n$ . Поля. Теорема о порядке конечного поля. Свойство мультипликативной группы конечного поля. Векторные пространства над конечными полями.

### Раздел 3. Линейные коды

Линейный код и его порождающая матрица. Декодирование с помощью порождающей матрицы. Существование порождающей матрицы эквивалентного кода в систематическом виде. Проверочная матрица линейного кода как порождающая матрица двойственного кода. Теорема о проверочной матрице для линейного кода с "систематической" порождающей матрицей. Пример. Разрежённость линейного кода, связь с "антирангом" проверочной матрицы. Неравенство Синглтона. Коды с максимальной разрежённостью. Пример. Декодирование линейных кодов. Разложение на смежные классы и стандартная таблица декодирования. Граница надёжности. Пример. Синдромная таблица декодирования. Пример.

Совершенные коды. Бинарные коды Хэмминга, их совершенность. Декодирование кодов Хэмминга по проверочной матрице  $H$ . Пример. Коды Рида-Маллера, их свойства.

### Раздел 4. Полиномиальная интерпретация линейного кода

Кольцо вычетов  $F_q[x]/(g(x))$ ; критерий того, что это кольцо является полем. Пример. Полиномиальная интерпретация линейного кода. Первая конструкция полиномиальных кодов. Делимые коды. Порождающий многочлен. Построение порождающей матрицы делимого кода по порождающему многочлену. Не сохранение свойства делимости у двойст-



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

венного и эквивалентного кодов. Модульное умножение. Вторая конструкция полиномиальных кодов.

### Раздел 5. Циклические коды

Циклические коды и их полиномиальные интерпретации. Теорема о свойствах порождающего многочлена. Проверочный многочлен циклического кода. Теорема о свойствах проверочного многочлена. Построение проверочной матрицы циклического кода по проверочному многочлену. Декодирование циклических кодов. Полиномиально-синдромная таблица декодирования. Пример. Циклические коды в расширенном поле. Условие принадлежности многочлена полиномиальному циклическому коду в терминах корней его порождающего многочлена. Метод построения делимых и циклических кодов с помощью элементов расширенного поля. Пример. Пакеты ошибок. Теорема об исправлении пакета ошибок циклическим кодом. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема, их параметры. Теорема о связи конструктивной разрежённости БЧХ-кода с его разрежённостью. Примеры синтеза БЧХ-кодов длины 15, исправляющих 2, 3, 4 ошибки. Код Рида-Соломона, теорема о свойствах его параметров. Пример.

### 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

- 1) Расстояние Хэмминга, разрежённость кода. Количество кодовых слов в шаре радиуса  $r$ .
- 2) Число исправляемых ошибок и разрежённость кода.
- 3) Важнейшие алгебраические структуры. Группа перестановок, её свойства.
- 4) Важнейшие алгебраические структуры. Конечные кольца. Кольцо  $\mathbf{Z}_n$ .
- 5) Линейный код и его порождающая матрица.
- 6) Проверочная матрица линейного кода как порождающая матрица двойственного кода.
- 7) Разрежённость линейного кода, связь с "антирангом" проверочной матрицы. Неравенство Синглтона. Коды с максимальной разрежённостью.
- 8) Декодирование линейных кодов. Разложение на смежные классы и стандартная таблица декодирования. Граница надёжности.
- 9) Синдромная таблица декодирования. Совершенные коды.
- 10) Бинарные коды Хэмминга, их совершенность. Декодирование кодов Хэмминга по проверочной матрице  $H$ . Коды Рида-Маллера, их свойства.
- 11) Полиномиальная интерпретация линейного кода. Первая конструкция полиномиальных кодов. Делимые коды. Порождающий многочлен.
- 12) Построение порождающей матрицы делимого кода по порождающему многочлену. Несохраниение свойства делимости у двойственного и эквивалентного кодов.
- 13) Модульное умножение. Вторая конструкция полиномиальных кодов. Циклические коды и их полиномиальные интерпретации.
- 14) Проверочный многочлен циклического кода. Построение проверочной матрицы циклического кода по проверочному многочлену.
- 15) Декодирование циклических кодов. Полиномиально-синдромная таблица декодирования. Пример.
- 16) Построение делимых и циклических кодов с помощью элементов расширенного поля. Пример.
- 17) Примеры синтеза БЧХ-кодов. Коды Рида-Соломона. Контрольная работа.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Выполнение курсовых работ и рефератов не предусмотрено учебным планом.

*Примерная тематика контрольных работ по дисциплине:*

### Вариант 1

*Задача 1.* Пусть порождающая матрица кода  $K_0$  над  $F_2$  имеет вид

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Требуется найти:

- Все элементы кода  $K_0$ , его разреженность.
- Код  $K$ , эквивалентный коду  $K_0$ , имеющий порождающую матрицу  $G$  в систематическом виде.
- Проверочную матрицу  $H$  кода  $K$ .
- Проверочную матрицу  $H_0$  кода  $K_0$ .

*Задача 2.* Построить поле  $F_8$ . Дать запись его элементов в двух формах (как многочленов и как степеней примитивного элемента).

*Задача 3.* Составить таблицы сложения и умножения кольца  $F_3[x] / (x-1)$ . Найти мультипликативную группу этого кольца.

*Задача 4.* Пусть  $K$  – линейный  $(6,3)$ -код над  $F_2$ , общее кодовое слово которого имеет вид  $v = (v_1, v_2, v_3, v_2 + v_3, v_1 + v_2, v_1 + v_2 + v_3)$ .

- Составить стандартную таблицу декодирования кода  $K$ ; декодировать принятые слова: 111001,...
- Составить синдромную таблицу декодирования кода  $K$ ; декодировать принятые слова: 111001,...


### Вариант 2

*Задача 1.* Пусть порождающая матрица кода  $K_0$  над  $F_2$  имеет вид

$$G = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Требуется найти:

- Все элементы кода  $K_0$ , его разреженность.
- Код  $K$ , эквивалентный коду  $K_0$ , имеющий порождающую матрицу  $G$  в систематическом виде.
- Проверочную матрицу  $H$  кода  $K$ .
- Проверочную матрицу  $H_0$  кода  $K_0$ .

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

*Задача 2.* Построить поле  $F_8$ . Дать запись его элементов в двух формах (как многочленов и как степеней примитивного элемента).

*Задача 3.* Составить таблицы сложения и умножения кольца  $F_2[x]/(x^3 - 1)$ . Найти мультипликативную группу этого кольца.

*Задача 4.* Пусть  $K$  – линейный  $(6,3)$ -код над  $F_2$ , общее кодовое слово которого имеет вид  $v = (v_1, v_2, v_3, v_1 + v_2, v_1 + v_3, v_1 + v_2 + v_3)$ .

1) Составить стандартную таблицу декодирования кода  $K$ ; декодировать принятые слова: 111001,...

2) Составить синдромную таблицу декодирования кода  $K$ ; декодировать принятые слова: 111001,...

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Этапы становления теории кодирования. Значение трудов Н. Винера и К. Шеннона.
2. Блок-схема системы связи, преобразование сигнала в канале связи.
3. Идея кодирования. Блочные коды. Задачи кодера и декодера.
4. Расстояние Хэмминга, разрежённость кода. Количество кодовых слов в шаре радиуса  $r$ .
5. Число исправляемых ошибок и разрежённость кода.
6. Основные задачи теории кодирования, математическая формализация канала связи.
7. Важнейшие алгебраические структуры. Определение и простейшие свойства групп. Абелевы группы, изоморфизм.
8. Важнейшие алгебраические структуры. Группа перестановок, её свойства.
9. Важнейшие алгебраические структуры. Определение и простейшие свойства колец. Примеры колец.
10. Важнейшие алгебраические структуры. Конечные кольца. Кольцо  $\mathbf{Z}_n$ .
11. Важнейшие алгебраические структуры. Поля. Теорема о порядке конечного поля. Свойство мультипликативной группы конечного поля.
12. Векторные пространства над конечными полями.
13. Линейный код и его порождающая матрица.
14. Декодирование с помощью порождающей матрицы. Существование порождающей матрицы эквивалентного кода в систематическом виде.
15. Проверочная матрица линейного кода как порождающая матрица двойственного кода.
16. Теорема о проверочной матрице для линейного кода с "систематической" порождающей матрицей. Пример.
17. Разрежённость линейного кода, связь с "антирангом" проверочной матрицы.
18. Неравенство Синглтона. Коды с максимальной разрежённостью. Пример.
19. Декодирование линейных кодов. Разложение на смежные классы и стандартная таблица декодирования. Граница надёжности. Пример.
20. Синдромная таблица декодирования. Пример. Совершенные коды.
21. Бинарные коды Хэмминга, их совершенность.
22. Декодирование кодов Хэмминга по проверочной матрице  $H$ . Пример.
23. Коды Рида-Маллера, их свойства.
24. Кольцо вычетов  $F_q[x]/(g(x))$ ; критерий того, что это кольцо является полем. Пример.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

25. Полиномиальная интерпретация линейного кода.
26. Первая конструкция полиномиальных кодов. Делимые коды. Порождающий многочлен.
27. Построение порождающей матрицы делимого кода по порождающему многочлену.
28. Не сохранение свойства делимости у двойственного и эквивалентного кодов.
29. Модульное умножение. Вторая конструкция полиномиальных кодов.
30. Циклические коды и их полиномиальные интерпретации. Теорема о свойствах порождающего многочлена.
31. Проверочный многочлен циклического кода. Теорема о свойствах проверочного многочлена.
32. Построение проверочной матрицы циклического кода по проверочному многочлену.
33. Декодирование циклических кодов. Полиномиально-синдромная таблица декодирования. Пример.
34. Циклические коды в расширенном поле. Условие принадлежности многочлена полиномиальному циклическому коду в терминах корней его порождающего многочлена.
35. Метод построения делимых и циклических кодов с помощью элементов расширенного поля. Пример.
36. Пакеты ошибок. Теорема об исправлении пакета ошибок циклическим кодом.
37. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема, их параметры.
38. Теорема о связи конструктивной разреженности БЧХ-кода с его разреженностью.
39. Примеры синтеза БЧХ-кодов длины 15, исправляющих 2, 3, 4 ошибки.
40. Код Рида-Соломона, теорема о свойствах его параметров. Пример.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения: очная.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
<b>Раздел 1. Основные задачи теории кодирования</b>			
Этапы становления теории кодирования. Значение трудов Н. Винера и К. Шеннона. Блок-схема системы связи, преобразование сигнала в канале связи.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Идея кодирования. Блочные коды. Задачи кодера и декодера	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Расстояние Хэмминга, разреженность кода. Количество кодовых слов в шаре радиуса $r$ .	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос, проверка решения задач
Число исправляемых ошибок и разреженность кода.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Основные задачи теории кодирования, математическая формализация канала связи.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
<b>Раздел 2. Важнейшие алгебраические структуры</b>			
Определение и простейшие свойства групп. Абелевы группы, изоморфизм.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Группа перестановок, её свойства.			
Определение и простейшие свойства ко-	Проработка учебного материала,	1	устный опрос

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

лец. Примеры колец.	подготовка к сдаче зачета		
Определение и простейшие свойства колец. Примеры колец.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Конечные кольца. Кольцо $Z_n$ .	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Поля. Теорема о порядке конечного поля. Свойство мультипликативной группы конечного поля.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Векторные пространства над конечными полями.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Раздел 3. Линейные коды			
Линейный код и его порождающая матрица.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Декодирование с помощью порождающей матрицы. Существование порождающей матрицы эквивалентного кода в систематическом виде.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Проверочная матрица линейного кода как порождающая матрица двойственного кода.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Теорема о проверочной матрице для линейного кода с "систематической" порождающей матрицей. Пример.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Разрежённость линейного кода, связь с "антирангом" проверочной матрицы.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос, проверка решения задач
Неравенство Синглтона. Коды с максимальной разрежённостью. Пример.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Декодирование линейных кодов. Разложение на смежные классы и стандартная таблица декодирования. Граница надёжности. Пример.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Синдромная таблица декодирования. Пример. Совершенные коды.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Бинарные коды Хэмминга, их совершенность.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Декодирование кодов Хэмминга по проверочной матрице $H$ . Пример.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос, проверка решения задач
Коды Рида-Маллера, их свойства.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Раздел 4. Полиномиальная интерпретация линейных кодов			
Кольцо вычетов $F_q[x]/(g(x))$ ; критерий того, что это кольцо является полем. Пример.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Полиномиальная интерпретация линейного кода.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Первая конструкция полиномиальных кодов. Делимые коды. Порождающий многочлен.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Построение порождающей матрицы делимого кода по порождающему многочлену.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Несохранение свойства делимости у двойственного и эквивалентного кодов.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Модульное умножение. Вторая конструкция полиномиальных кодов.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Раздел 5. Циклические коды			
Циклические коды и их полиномиальные интерпретации. Теорема о свойствах порождающего многочлена.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Проверочный многочлен циклического кода. Теорема о свойствах проверочного многочлена.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Построение проверочной матрицы циклического кода по проверочному многочлену.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Декодирование циклических кодов. Полиномиально-синдромная таблица декодирования. Пример.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Циклические коды в расширенном поле. Условие принадлежности многочлена полиномиальному циклическому коду в терминах корней его порождающего многочлена.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Метод построения делимых и циклических кодов с помощью элементов расширенного поля. Пример.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Пакеты ошибок. Теорема об исправлении пакета ошибок циклическим кодом.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	1	устный опрос
Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема, их параметры.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Теорема о связи конструктивной разреженности БЧХ-кода с его разреженностью.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос
Примеры синтеза БЧХ-кодов длины 15, исправляющих 2, 3, 4 ошибки.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач
Код Рида-Соломона, теорема о свойствах его параметров. Пример.	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	2	устный опрос, проверка решения задач

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. Сидельников, В. М. Теория кодирования. / Сидельников В. М. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 324 с. - ISBN 978-5-9221-0943-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109437.html>
2. Курапова, Е. В. Основные методы кодирования данных : практикум / Е. В. Курапова, Е. П. Мачикина. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010. — 62 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55454.html>

#### Дополнительная

1. Марков, Александр Александрович. Введение в теорию кодирования : учеб. пособие для вузов / Марков Александр Александрович. - Москва : Наука, 1982.
2. Санников, В. Г. Теория информации и кодирования : учебное пособие / В. Г. Санников. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 95 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61558.html>
3. Теория информации и кодирование / Б. Б. Самсонов и др. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 288 с.
4. Богданов Андрей Юрьевич. Основы теории кодирования : учеб.-метод. пособие / Богданов Андрей Юрьевич; УлГУ, ФМИиАТ, Каф. прикл. математики. - Ульяновск : УлГУ, 2018. - Загл. с экрана. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,25 Мб). — URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/1199>

#### Учебно-методическая

1. Богданов А. Ю. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Основы теории кодирования» для направления 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» профиль «Имитационное моделирование и анализ данных» / А. Ю. Богданов; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 684 КБ).— URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7618>

Согласовано:

Специалист ведущий НБ УлГУ  
Должность сотрудника научной библиотеки

Боброва Н.А.  
ФИО

  
подпись

/ \_\_\_\_\_ 2023

дата

### б) Программное обеспечение: стандартные средства ОС.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

## в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2023].

### 3. Базы данных периодических изданий:

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

*Масленникова Ю.И.*  
Должность сотрудника УИТиТ

*Бурдakov А.А.*  
ИИО

подпись

дата



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Разработчик



\_\_\_\_\_ доцент \_\_\_\_\_  
должность

\_\_\_\_\_ Богданов А.Ю. \_\_\_\_\_  
ФИО