

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
27.03.04 Управление в технических системах,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теория кодирования и информации**

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Интеллектуальные транспортные системы.  
Для студентов КНР

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 2053  
Подписал: заведующий кафедрой Баранов Леонид Аврамович  
Дата: 01.06.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Теория кодирования информации» являются изучение студентами основных принципов построения и анализа математических моделей процессов создания, обработки и передачи информации. Дисциплина обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, является одной из базовых дисциплин для изучения методов защиты компьютерной информации.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Теория кодирования информации» является формирование у обучающегося компетенций для научно-исследовательской деятельности.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач: Научно-исследовательская деятельность: анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участие в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах по заданной методике; обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и технических средств.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-1** - Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики;

**ОПК-3** - Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности;

**ОПК-6** - Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности;

**ПК-2** - Способен разрабатывать технические средства и системы обеспечения безопасности функционирования транспортных и промышленных объектов.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

- структурирует задачу анализа.
- изучает состояние вопроса.
- использует изученные знания, умения и навыки для разработки алгоритма решения задачи управления в технических системах.
- знания о современном уровне развития технических средств и систем обеспечения безопасности функционирования транспортных и промышленных объектов.

**Уметь:**

- анализирует задачи управления в технических системах и сравнивает варианты их возможных решений на базе приобретенных знаний.
- грамотно и обоснованно выбирать, и применять методы решения типовых задач управления в технических системах, используя знания, полученные в процессе обучения.
- применяет современный математический аппарат и вычислительные методы для решения прикладных задач в области систем автоматического и автоматизированного управления, контроля и диагностики, и их элементов.
- для выбранной им заданной структуры системы управления, контроля и управления выбирает набор типовых элементов для ее реализации.
- применяет пакеты прикладных программ, разрабатывает и использует методы имитационного моделирования для решений прикладных задач в области управления техническими системами.
- использует доступные программные средства, каталоги и справочно-технический материал для решения прикладных задач при разработке систем автоматизации и управления.

**Владеть:**

- выбирает критерии качества управления.
- сравнивает варианты решения задачи управления в технических системах.
- в соответствии с критериями качества выбирает вариант решения.
- показывает возможность решения задачи выбора управления в технических системах в соответствии с выбранными критериями.
- методиками создания технических средств и систем обеспечения безопасности функционирования транспортных и промышленных объектов.

3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 80 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

## 4. Содержание дисциплины (модуля).

### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Общие вопросы передачи информации. Рассматриваемые вопросы: - Терминология, линия связи, канал связи, сообщение, сигнал. - Краткая историческая справка.
2	Общая структурная схема передачи информации. Рассматриваемые вопросы: - Структурная схема передачи информации.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Виды сигналов.</li> <li>- Аналоговые и цифровой сигнал</li> <li>- Квантование, временная дискретизация.</li> <li>- Помехи.</li> <li>- Классификация, модели помех.</li> <li>- Способы приема.</li> </ul>
3	<p>Расчет вероятности ошибки на символ</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбор оптимальной величины порога по критерию минимума вероятностей ошибок.</li> <li>- Расчет вероятности ошибки на символ при приеме состроированием.</li> <li>- Расчет вероятности ошибки на символ при интегральном приеме.</li> </ul>
4	<p>Классификация кодов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Классификация кодов.</li> <li>- Одноимпульсные и многоимпульсные коды.</li> <li>- Равномерные и неравномерные коды.</li> <li>- Кодовое дерево.</li> <li>- Единичный унитарный код.</li> <li>- Сменно-качественные коды.</li> <li>- Корреляционный код.</li> <li>- Код по законам перестановок</li> <li>- Код по законам размещения</li> <li>- Код на все сочетания</li> <li>- Код постоянного веса.</li> </ul>
5	<p>Минимальное кодовое расстояние, полное и неполное декодирование.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Минимальное кодовое расстояние, полное и неполное декодирование.</li> <li>- Примеры линейных кодов.</li> <li>- Код с проверкой на четность.</li> <li>- Код с повторением.</li> <li>- Код с повторением и инверсией (код Бауэра).</li> <li>- Итеративный код.</li> <li>- Геометрическая модель кода.</li> <li>- Полное и неполное декодирование.</li> <li>- Связь минимального кодового расстояния со способностью кода обнаруживать и исправлять ошибки.</li> </ul>
6	<p>Понятия линейного кода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определение линейного кода</li> <li>- Примеры линейных кодов</li> <li>- Код с проверкой на четность.</li> <li>- Код с повторением.</li> <li>- Код с повторением и инверсией (код Бауэра).</li> <li>- Итеративный код.</li> </ul>
7	<p>Коды Хэмминга</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Коды Хэмминга с <math>d_{\min}=3</math>.</li> <li>- Коды Хэмминга с <math>d_{\min}=4</math>.</li> <li>- Преобразование порождающей матрицы кодов Хэмминга в порождающую матрицу систематическую кода Хэмминга</li> <li>- Проверочные матрицы систематических и несистематических кодов Хэмминга</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
8	<p>Алгебраическое введение в теорию кодирования</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Группы.</li> <li>- Примеры конечных и бесконечных групп.</li> <li>- Циклическая группа.</li> <li>- Разложение групп по подгруппе на смежные классы.</li> <li>- Группа смежных классов.</li> <li>- Кольцо и его аксиоматика.</li> <li>- Примеры конечных и бесконечных колец.</li> <li>- Идеал.</li> <li>- Разложение кольца по идеалу на классы вычетов.</li> <li>- Кольца классов вычетов.</li> <li>- Поле, его аксиоматика.</li> <li>- Примеры бесконечных и конечных полей.</li> <li>- Поле Галуа (<math>GF(p)</math>).</li> </ul>
9	<p>Векторное пространство, линейная ассоциативная алгебра</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Векторное пространство, его аксиоматика.</li> <li>- Базис векторного пространства.</li> <li>- Векторное пространство всех последовательностей длины <math>n</math></li> <li>- Нулевое пространство, его базис.</li> <li>- Линейная ассоциативная алгебра, ее аксиоматика.</li> <li>- Алгебра последовательностей длины <math>n</math>.</li> </ul>
10	<p>Линейные коды как векторное подпространство векторного пространства всех последовательностей длины <math>n</math>.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Линейные коды.</li> <li>- Способы задания линейных кодов.</li> <li>- Стандартная расстановка.</li> <li>- Укороченные линейные коды.</li> <li>- Декодирование по синдрому.</li> <li>- Спектор весов кодов</li> <li>- Нумератор весов кодов</li> <li>- Тождество Мак-Вилльемс</li> <li>- Примеры нумераторов весов различных линейных кодов</li> </ul>
11	<p>Расчет показателей достоверности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Расчет вероятности трансформации</li> <li>- Расчет вероятности показателей достоверности</li> <li>- Расчет вероятности отказа от декодирования</li> </ul>
12	<p>Мажоритарное декодирование линейных кодов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мажоритарное декодирование.</li> <li>- Коды Рида-Маллера.</li> </ul>
13	<p>Математическое введение к циклическим кодам</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Группа многочленов.</li> <li>- Кольцо многочленов.</li> <li>- Разложение кольца многочленов по идеалу на классы вычетов.</li> <li>- Кольцо классов вычетов.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Векторное пространство и алгебра классов вычетов.</li> <li>- Идеал в алгебре классов вычетов.</li> <li>- Базис векторного пространства классов вычетов.</li> <li>- Базис нулевого пространства.</li> <li>- Расширение поля <math>GF(pm)</math>.</li> <li>- Корни многочленов из расширения поля.</li> <li>- Минимальная функция.</li> </ul>
14	<p><b>Циклические коды</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Циклические коды, их определение.</li> <li>- Несистематические и систематические циклические коды.</li> <li>- Способ задания.</li> <li>- Способы декодирования.</li> <li>- Линейные переключаемые схемы.</li> <li>- Кодеры и декодеры.</li> <li>- БЧХ-коды.</li> <li>- Коды Файера.</li> </ul>
15	<p><b>Непрерывные коды</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определение, характеристики непрерывных кодов.</li> <li>- Сверточные коды.</li> <li>- Коды Хакельбергера</li> <li>- Кодирование и декодирование непрерывных кодов</li> </ul>
16	<p><b>Статистическая теория связи</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Семантический и статистический подходы в описании информационных процессов.</li> <li>- Теория информации краткий исторический очерк развития.</li> <li>- Алфавит источника сообщения.</li> </ul>
17	<p><b>Ансамбль источника сообщения.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ансамбль источника сообщения.</li> <li>- Собственная информация, ее свойства, единицы измерения.</li> <li>- Энтропия источника дискретных сообщений, ее свойства.</li> <li>- Максимум энтропии.</li> <li>- Количество информации по Хартли.</li> </ul>
18	<p><b>Энтропия двух источников сообщений.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Энтропия двух источников сообщений.</li> <li>- Формула определения энтропии двух источников сообщений.</li> <li>- Условная энтропия, ее свойства.</li> <li>- Взаимная информация, ее свойства.</li> <li>- Средняя взаимная информация, ее свойства.</li> </ul>
19	<p><b>Средняя взаимная информация</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Средняя взаимная информация и ее свойства.</li> <li>- Связь с энтропией</li> </ul>
20	<p><b>Источники дискретных сообщений.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Производительность источников дискретных сообщений.</li> <li>- Избыточность источников дискретных сообщений.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Производительность марковского источника сообщений.</li> <li>- Избыточность линейных кодов.</li> <li>- Код Фано-Шеннона.</li> <li>- Метод Хаффмена.</li> <li>- Понятие блочного статистического кодирования.</li> <li>- Основная теорема кодирования.</li> </ul>
21	<p>Каналы связи.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Каналы связи.</li> <li>- Скорость передачи.</li> <li>- Пропускная способность каналов связи.</li> <li>- Скорость передачи и пропускная способность каналов без помех, симметричного бинарного канала без стирания, симметричного бинарного канала связи со стиранием.</li> </ul>
22	<p>Понятия энтропии источника непрерывных сообщений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Распространение понятия энтропии на источники непрерывных сообщений.</li> <li>- Дифференциальная энтропия, ее свойства.</li> <li>- Решение вариационной задачи для определения максимума дифференциальной энтропии в двух случаях: при заданном диапазоне изменения передаваемой случайной величины, при заданной мощности источника сообщений.</li> <li>- Пропускная способность Гауссовского канала.</li> <li>- 1-я и 2-я теоремы Шеннона.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Расчет вероятности ошибки на символ при гауссовской помехе и методе приема с однократным отчетом, с интегрированием.</p> <p>В результате выполнения практического задания студент учится рассчитывать вероятности ошибки на символ при гауссовской помехе и методе приема с однократным отчетом, с интегрированием.</p>
2	<p>Расчет оценок вероятности правильного приема, трансформации и отказа от декодирования для симметричного бинарного канала.</p> <p>В результате выполнения работы студенты участв. рассчитывать оценки вероятности правильного приема, трансформации и отказа от декодирования для симметричного бинарного канала</p>
3	<p>Анализ помехоустойчивости кодов по законам перестановок, сменно-качественных кодов, корреляционного кода.</p> <p>В результате выполнения работы студент отрабатывает навык анализа помехоустойчивости кодов по законам перестановок, сменно-качественных кодов, корреляционного кода.</p>
4	<p>Построение порождающих и проверочных матриц для кода с проверкой на четкость кодов Бауэра, кода с n-кратным повторением.</p> <p>В результате работы студент отрабатывает умение в построении порождающих и проверочных матриц для кода с проверкой на четкость кодов Бауэра, кода с n-кратным повторением.</p>
5	<p>Анализ связи минимального кодового расстояния с корректирующей способностью кодов.</p> <p>В результате выполнения работы студент получает навык анализирования связи минимального кодового расстояния с корректирующей способностью кодов.</p>



№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
6	Построение порождающих и проверочных матриц кодов Хэмминга. В результате выполнения практического задания студент отрабатывает навык в построении порождающих и проверочных матриц кодов Хэмминга.
7	Примеры бесконечных помех. В результате выполнения работы студент получает навыки рассмотрения примеров бесконечных помех и главных идеалов, умения разложения кольца по идеалу на классы вычетов, выполнении операции над классами вычетов, кольцо классов вычетов.
8	Базис векторного пространства на поле $GF(2)$ всех последовательностей длины $n$ . В результате выполнения работы студент изучает основные примеры базиса векторного подпространства векторного пространства всех последовательностей длины $n$ , оригинальность векторов и примеры нулевых пространств.
9	Построение стандартной расстановки для линейных кодов. В результате выполнения практического задания студент рассматривает примеры укорочения линейных кодов.
10	Расчет показателей достоверности приема линейных кодов. В результате выполнения практического задания студент отрабатывает навык в расчете показателей достоверности приема линейных кодов.
11	Примеры сложения и умножения многочленов с коэффициентами из поля $GF(2)$ . В результате выполнения работы студент получает навык в определении образующего класса вычетов заданного многочлена при разложении кольца многочленов по идеалу, все элементы которого кратны $f(x) = x^n + 1$ , отрабатывает умение в решении задач для определения неприводимости многочлена, отрабатывает навык в проверки ортогональности многочленов в кольце классов вычетов.
12	Примеры построения порождающих матриц несистематических и систематических циклических кодов. В результате выполнения работы студент получает навык изучения алгоритма задания систематического циклического кода и отрабатывает навык в рассмотрении примеров линейных переключательных схем: умножение, деление, одновременного умножения и деления.
13	Примеры кодов Хакельбергера. В результате работы студент рассматривает основные примеры кодов Хакельбергера.
14	Примеры кодирования и декодирования сверточных кодов. В результате работы студент рассматривают примеры кодирования и декодирования сверточных кодов.
15	Расчет собственной информации, энтропии источника сообщений. В результате выполнения работы студент рассматривает примеры расчета собственной информации, энтропии источника сообщений и отрабатывает умение в расчете средней взаимной информации при заданной модели канала связи.
16	Построение кодов Фано-Шеннона. Использование метода Хаффмена. В результате работы студент отрабатывает умение в построении кодов Фано-Шеннона и получение навык использовании метода Хаффмена.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Выполнение курсовой работы.

4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Курсовая работа имеет целью развитие у обучающихся навыков самостоятельной творческой работы, овладение методами современных научных исследований, углублённое изучение какого-либо вопроса, темы, раздела учебной дисциплины (включая изучение литературы и источников) и носит исследовательский характер.

Целью курсовой работы является расчет оценок показателей достоверности приема дискретной информации.

Проектирование кодера и декодера БЧХ-кода.

Задание на курсовую работу и варианты исходных данных (51 вариант) приведены в [7], а также в Приложении Курсовая работа.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Статистическая теория радиотехнических систем Г.И. Худяков М.: «Академия», - 400 с. - ISBN 978-5-7695-4750-8 , 2009	НТБ МИИТ
2	Кодирование при передаче и хранении информации (Алгебраическая теория блоковых кодов) В.Д. Колесник М: Высшая школа - 549 с. - ISBN 978-5-06-005917-5 , 2009	НТБ МИИТ
3	Введение в дискретную теорию информации и кодирования С.И. Чечета М.: МЦНМО, - 224 с. - ISBN 978-5-94057-401-0 , 2011	НТБ МИИТ
1	Передача информации. Статистическая теория	НТБ (фб.)

	связи Р. Фано; Пер.: И.А. Овсеевич, М.С. Пинскер; Под ред. Р.Л. Добрушина Однотомное издание Мир. - 437 с. , 1965	
2	Коды, исправляющие ошибки У. Питерсон Однотомное издание Мир. - 338 с. , 1964	НТБ (фб.)
3	Коды, исправляющие ошибки У. Питерсон, Э. Уэлдон; Под ред. Р.Л. Добрушина, С.И. Самойленко Однотомное издание Мир. - 524 с. , 1976	НТБ (фб.)
4	Расчет оценок показателей достоверности приема дискретной информации при заданной модели помехи в канале связи. Проектирование кодера и декодера БЧХ-кода Л.А. Баранов; МИИТ. Каф. "Управление и информатика в технических системах" Однотомное издание МИИТ. - 56 с. , 2008	НТБ (фб.); НТБ (чз.2), <a href="http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/04-35767.pdf">http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/04-35767.pdf</a>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) (<http://ibooks.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Пакет прикладных программ не ниже MathCad 14.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 5 семестре.

Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

заведующий кафедрой, профессор,  
д.н. кафедры «Управление и защита  
информации»

Л.А. Баранов

Согласовано:

Заведующий кафедрой УиЗИ

Л.А. Баранов

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин