

Московский инженерно-физический институт
(технический университет)

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ КОДИРОВАНИЯ

Объём 48 час.

Кафедра-исполнитель – каф. 26 (Электронные измерительные системы).

Автор программы – к.т.н., профессор Панин В.В.

Для группы А9-08.

Программа утверждена 21 апреля 1999 г.

Аннотация

В курсе приведено систематическое изложение основ теории кодирования.

Учебная задача

Задачей курса является изучение студентами основ теории кодирования в объёме учебного пособия [1].

Структура курса

Лекции – 32 час.

Семинарские занятия – 16 часов.

Консультации – 3 часа.

Формы контроля

Промежуточные: семестровый контроль на 8 неделе, домашнее задание на 4 – 12 неделях, коллоквиум на 10 неделе.

Итоговый: экзамен.

Содержание курса

Основные понятия и термины теории кодирования

Начальные сведения о блоковых корректирующих кодах. Корректирующие коды и их основные виды. Блоковые корректирующие коды с многократной передачей символов.

Блоковые корректирующие коды с одной проверкой на чётность. Блоковые корректирующие коды с разбиением множества запрещённых комбинаций на попарно не пересекающиеся подмножества. Таблица декодирования. Сложность кодера. Сложность декодера, реализующего универсальный алгоритм декодирования.

Блоковые корректирующие коды с декодированием по методу максимального правдоподобия. Корректирующая способность кода и кодовое расстояние. Блоковые корректирующие коды со стиранием символов. Блоковые корректирующие коды с проверкой на чётность.

Понятие свёрточного (непрерывного) корректирующего кода.

Некоторые уточнения определений основных понятий теории кодирования.

Групповые коды

Некоторые сведения из алгебры. Группы, кольца, поля. Группы. Подгруппы. Разложение группы по подгруппе. Фактор-группа. Циклическая группа. Кольца. Поля.

Описание групповых (n, k) -кодов с помощью порождающих матриц. Преобразование порождающих матриц. О числе различных базисов $N_{(n)}$ в B^n . Кодирование сообщений. О числе различных (n, k) -кодов в B^n . Групповой (n, k) -код и его корректирующие свойства. Описание групповых (n, k) -кодов с помощью проверочных матриц.

О числе различных (n, k) -кодов в B^n . Групповой (n, k) -код и его корректирующие свойства. Описание групповых (n, k) -кодов с помощью проверочных матриц. Некоторые оценки d_{\min} группового (n, k) -кода. Элементарные оценки сверху и снизу максимальной мощности $m(n, 2t+1) <n, 2t+1>$ -кода.

Некоторые совершенные коды. Верхняя граница Плоткина для d_{\min} . Верхняя граница Хэмминга для d_{\min} . Нижняя граница Варшавова-Гилберта для d_{\min} . Всевозможные систематические $(5, 2)$ -коды. Элементарные оценки сверху и снизу максимальной мощности $m(n, 2t+1) <n, 2t+1>$ -кода.

Примеры некоторых совершенных кодов. Двоичный код с многократной передачей символов или двоичный код с повторением нечётной длины $n = 2t+1$. Код Хэмминга. Принципы подсчёта различных однородных объектов, описываемых с помощью матриц. Основные результаты подсчётов. Принципы подсчёта различных однородных объектов. Основные результаты подсчётов.

Декодирование принятых сообщений в случае группового (n, k) -кода применительно к ДСК. Стандартное расположение и синдромное декодирование. Обобщённый ДСК. Декодирование с помощью стандартного расположения. Средняя вероятность правильного декодирования. Укороченные групповые коды. Разновидности порождающих и проверочных матриц групповых (n, k) -кодов.

Циклические коды

Кольцо классов вычетов Z_m и его свойства. Идеал и некоторые его свойства. Идеалы и классы вычетов целых чисел. Многочлены. Идеалы многочленов и классы вычетов. Алгебра многочленов. Поля Галуа. Циклические коды.

Матричное описание циклических кодов на основе задания порождающего многочлена $g(X)$ или проверочного многочлена $h(X)$. Способ построения порождающей и проверочной матриц, имеющих каноническую форму, по порождающему многочлену. Способ построения порождающей и проверочной матриц по корням порождающего многочлена.

Числовые циклы и их соответствие минимальным многочленам. Корректирующие свойства циклических (n, k) -кодов и выбор их порождающих многочленов. Некоторые виды БЧХ-кодов. Примитивные БЧХ-коды или БЧХ-коды в узком смысле.

Коды Хэмминга. Коды Рида-Соломона. Циклический $(23, 12)$ -код Голея. Кодирование и декодирование циклических (n, k) -кодов. Элементы линейных переключательных схем и некоторые стандартные схемы. Ячейка сдвигового регистра.

Сумматор по модулю два. Умножитель на константу. Некоторые стандартные схемы. Сдвиговый регистр. Умножители многочленов. Делители многочленов.

Временные функции-оригиналы отдельных символов и их последовательностей. Преобразование Лапласа этих функций. Линейные эквиваленты ячейки памяти и сдвигового регистра и их передаточные функции. Умножители многочленов. Делитель многочленов.

Перечень номеров задач для семинарских занятий [1]:

(ориентировочно решается около половины рекомендуемых задач)

1. Задачи 1.1 – 1.8
2. Задачи 1.9 – 1.16
3. Задачи 1.17 – 1.24.
4. Задачи 2.1 – 2.9
5. Задачи 2.10 – 2.18.
6. Задачи 2.18 – 2.26.
7. Задачи 3.1 – 3.10
8. Задачи 3.11 – 3.20.

Дополнительно рекомендуется решить задачи: 3.21 – 3.25.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. 519 П16. Панин В.В. Основы теории информации Ч.2. Введение в теорию кодирования. Учебное пособие. – М.: МИФИ, ФГУП ИСС, 2004.
- 2.* 621-61 Б49 Берлекэмп Э. Алгебраическая теория кодирования. – М.: Мир, 1971.
- 3.* 519 Б68 Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролируемых ошибки. М.: – Мир, 1986.
- 4.* 681.3 П35 Питерсон У., Уэлдон Э. Коды исправляющие ошибки. – М.: Мир, 1976.
- 5.* 621.39 Т33 Касами Т., Токура М., Ивадари Ё. и др. Теория кодирования. – М.: Мир, 1978.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 6.* 519 П16 Панин В.В. Основы теории информации. Ч. 1: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2001.
- 7.* 519 Г12 Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А., Сборник задач по дискретной математике. – М.: Наука, 1977.
- 8.* 621.6/Г-15 Галлагер Р. Теория информации и надёжная связь. – М.: Советское радио, 1974.

* Книга находится в читальном зале