Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Лабораторная работа №2

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант 72

Выполнила:

Хахулина Светлана Алексеевна

Группа:

Р3106

Проверил:

Доцент ПИиКТ, кандидат технических наук

Балакшин Павел Валерьевич

Санкт-Петербург, 2024

Содержание

[**Задание 3**](#_Toc178804313)

[**Основные этапы вычисления 4**](#_Toc178804314)

[**Задание 1 №54 4**](#_Toc178804315)

[**Задание 2 №91 5**](#_Toc178804316)

[**Задание 3 №16 5**](#_Toc178804317)

[**Задание 4 №51 6**](#_Toc178804318)

[**Задание 5 №71 7**](#_Toc178804319)

[**Задание 6 №((54 + 91 + 16 + 51 + 71) \* 4 = 1132) 7**](#_Toc178804320)

[**Дополнительное задание 8**](#_Toc178804321)

[**Вывод 9**](#_Toc178804322)

[**Список использованных источников 10**](#_Toc178804323)

# Задание

Определить свой вариант задания с помощью номера в ISU (он же номер студенческого билета). Вариантом является комбинация 3-й и 5-й цифр. Т.е. если номер в ISU = 123456, то вариант = 35

На основании номера варианта задания выбрать набор из 4 полученных сообщений в виде последовательности 7-символьного кода.

Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4), которую представить в отчёте в виде изображения.

Показать, исходя из выбранных вариантов сообщений (по 4 у каждого – часть №1 в варианте), имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие. Подробно прокомментировать и записать правильное сообщение

На основании номера варианта задания выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 15-символьного кода.

Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11), которую представить в отчёте в виде изображения.

Показать, исходя из выбранного варианта сообщений (по 1 у каждого – часть №2 в варианте), имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие. Подробно прокомментировать и записать правильное сообщение.

Сложить номера всех 5 вариантов заданий. Умножить полученное число на 4. Принять данное число как число информационных разрядов в передаваемом сообщении. Вычислить для данного числа минимальное число проверочных разрядов и коэффициент избыточности.

Дополнительное задание №1 (позволяет набрать от 86 до 100 процентов от максимального числа баллов БаРС за данную лабораторную). Написать программу на любом языке программирования, которая на вход получает набор из 7 цифр «0» и «1», записанных подряд, анализирует это сообщение на основе классического кода Хэмминга (7,4), а затем выдает правильное сообщение (только информационные биты) и указывает бит с ошибкой при его наличии.

# Основные этапы вычисления

Схема декодирования классического кода Хэмминга(7,4) представлена на рисунке 1.

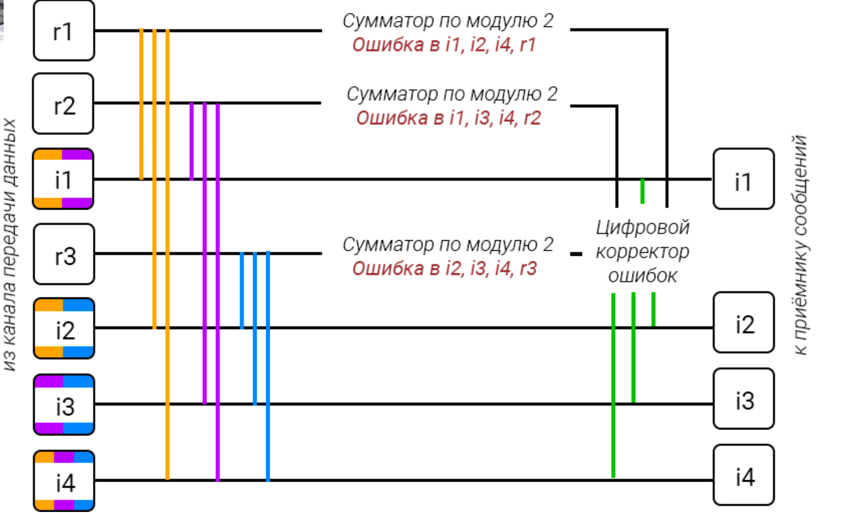


Рисунок 1

## Задание 1 №54

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | S |
| 1 | X | - | X | - | X | - | X | s1 |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | s2 |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | s3 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S(s1, s2, s3) = 011 => ошибка в символе i3

Правильное сообщение: 1101001

## Задание 2 №91

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | S |
| 1 | X | - | X | - | X | - | X | s1 |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | s2 |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | s3 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = 0

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

S(s1, s2, s3) = 011 => ошибка в символе i3

Правильное сообщение: 0111100

## Задание 3 №16

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | S |
| 1 | X | - | X | - | X | - | X | s1 |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | s2 |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | s3 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

S(s1, s2, s3) = 110 => ошибка в символе i1

Правильное сообщение: 0011001

## Задание 4 №51

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |  |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | S |
| 1 | X | - | X | - | X | - | X | s1 |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | s2 |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | s3 |

s1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

s2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

s3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 0

S(s1, s2, s3) = 110 => ошибка в символе i1

Правильное сообщение: 1000011

## Задание 5 №71

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
|  | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 | S |
| 1 | X | - | X | - | X | - | X | - | X | - | X | - | X | - | X | s1 |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | - | - | X | X | - | - | X | X | s2 |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | - | - | - | - | X | X | X | X | s3 |
| 8 | - | - | - | - | - | - | - | X | X | X | X | X | X | X | X | s4 |

s1 = r1⊕i1⊕i2⊕i4⊕i5⊕i7⊕i9⊕i11 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

s2 = r2⊕i1⊕i3⊕i4⊕i6⊕i7⊕i10⊕i11 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

s3 = r3⊕i2⊕i3⊕i4⊕i8⊕i9⊕i10⊕i11 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

s4 = r4⊕i5⊕i6⊕i7⊕i8⊕i9⊕i10⊕i11 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

S(s1, s2, s3, s4) = 1110 => ошибка в символе i4

Правильное сообщение: 001110101110100

## Задание 6 №((54 + 91 + 16 + 51 + 71) \* 4 = 1132)

Число информационных разрядов(i) в передаваемом сообщении: 1132

Минимальное количество проверочных разрядов: 2r >= r + i + 1

1132 <= 2r – r – 1

При r = 11: 1132 <= 2036

Подходит r = 11

Коэффициент избыточности:

Ответ: r = 11, коэффициент избыточности ≈ 0,0096238

# Дополнительное задание

Проанализировав синдром последовательности и номер бита, в котором есть ошибка, я заметила, что если отразить число, которое образует синдром последовательности, то получится двоичная запись ошибочного бита. Листинг программы представлен на рисунке 2

def to\_ten(num):  
 return int(num, 2)  
  
  
print('Введите сообщение из 7 цифр "0" и "1"')  
message = input() #сообщение  
bits = list(map(int, message))  
s1 = (bits[0] + bits[2] + bits[4] + bits[6]) % 2  
s2 = (bits[1] + bits[2] + bits[5] + bits[6]) % 2  
s3 = (bits[3] + bits[4] + bits[5] + bits[6]) % 2  
s = str(s1) + str(s2) + str(s3) #синдром последовательности  
s = s[::-1]  
ten\_s = to\_ten(s)  
if s == '000':  
 print('ошибок нет!')  
else:  
 bits[ten\_s - 1] = 1 - bits[ten\_s - 1]  
 print('ошибка в бите номер', ten\_s)  
 res = ''.join(map(str, bits))  
 print(res)

Рисунок 2

# Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы я познакомилась с кодом Хемминга. Узнала принцип его работы, научилась составлять таблицы Хемминга, научилась вычислять синдромы сообщения и находить ошибки в полученном сообщении.

# Список использованных источников

1. Коды и устройства помехоустойчивого кодирования информации / сост. Королев А.И. – Мн.: 2002. с.286
2. Помехоустойчивые коды: учеб. пособие / В. Г. Журавлев, Н. Ю. Куранова, Ю. Ю. Евсеева; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. – 96 с.