**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования национальный исследовательский**   
**университет ИТМО**

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

**Отчет**

**По лабораторной работе №2**

**“Синтез помехоустойчивого кода”**

**Вариант №36**

**Студент:**

Хафизов Абдугаффор **группа: P3119**

**Преподаватель:**

**Рыбаков Степан**

**Дмитриевич**

Санкт-Петербург, 2022г

Оглавление

[Оглавление 2](#_Toc1677150479)

[Задание 2](#_Toc935240783)

[Основные этапы вычисления 2](#_Toc324523098)

[Программное решение](#_Toc1738264327) 8

[Результат работы программы](#_Toc93211800) 10

[Заключение](#_Toc1595890911) 10

[Источники](#_Toc1079661971) 10

# Задание

Порядок выполнения работы

1. 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.

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

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

4. 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.

5. На основании номера варианта задания выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 11-символьного кода.

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

7. 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.

8. 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.

9. Необязательное задания для получения оценки «5» (позволяет набрать от 86 до 100 процентов от максимального числа баллов БаРС за данную лабораторную). Написать программу на любом языке программирования, которая на вход из командной строки 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.

Вариант (36)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 |

















№32

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **r1** | **r2** | i1 | **r3** | i2 | i3 | i4 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
|  |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  |  | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  |  | 4 | 4 | 4 |

R1(1): 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = **1**

R2(2): 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = **0**

R3(4): 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **1**

**Eror = R1=1**

**Ответ:** Ошибка в бите r1, в сообщении 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **r1** | **r2** | i1 | **r3** | i2 | i3 | i4 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |

R1(1): 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = **1**

R2(2): 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = **0**

R3(4): 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **0**

№59

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **r1** | **r2** | i1 | **r3** | i2 | i3 | i4 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  |  | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  |  | 4 | 4 | 4 |

R1(1): 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = **0**

R2(2): 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = **1**

R3(4): 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = **1**

**Eror = R1** = 1

**Ответ:** Ошибка в бите r1, в сообщении 1

Правильный:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **r1** | **r2** | i1 | **r3** | i2 | i3 | i4 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |

R1(1): 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **0**

R2(2): 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = **0**

R3(4): 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = **1**

№85

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **r1** | **r2** | i1 | **r3** | i2 | i3 | i4 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|  |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  |  | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  |  | 4 | 4 | 4 |

R1(1): 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **1**

R2(2): 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **1**

R3(4): 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = **0**

**Eror = R1** ⊕ **R2** = 1 + 2 = 3

**Ответ:** Ошибка в бите i1, в сообщении 3

Правильный:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **r1** | **r2** | i1 | **r3** | i2 | i3 | i4 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |

R1(1): 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **1**

R2(2): 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **1**

R3(4): 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = **1**

№1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **r1** | **r2** | i1 | **r3** | i2 | i3 | i4 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  |  | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  |  | 4 | 4 | 4 |

R1(1): 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = **0**

R2(2): 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = **0**

R3(4): 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = **0**

**Ответ:** Ошибка в бите r3, в сообщении 4

Правильный:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **r1** | **r2** | i1 | **r3** | i2 | i3 | i4 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 |
|  | 2 | 2 |  |  | 2 | 2 |
|  |  |  | 4 | 4 | 4 | 4 |

R1(1): 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = **1**

R2(2): 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = **1**

R3(4): 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = **0**

Схема кода Хэминга (15;11)

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

R1(1): 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = **0**

R2(2): 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = **0**

R3(4): 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **1**

R4(8): 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

**Eror = R2** ⊕ **R3** = 2 + 4 = 6

**Ответ:** Ошибка в бите i3, в сообщении 6

Правильный:

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

R1(1): 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = **0**

R2(2): 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **0**

R3(4): 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = **1**

R4(8): 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 0

Информационный разряд

32 + 59 + 86 + 1 + 37 = 215

322 \* 4 = 860

2^r ≥ r + i + 1

2^r ≥ r + 861

1024 ≥ 10 + 861

r = 10

# Заключение

В процессе выполнения лабораторной работы я изучал код Хэмминга. Как отправляется данные по коду Хэмминга. Научился составить схему кода Хэмминга, искать ошибки и исправить их.

# Список литературы.

1. *Питерсон У., Уэлдон Э.* Коды, исправляющие ошибки: Пер. с англ. М.: Мир, 1976, 594 c.
2. *Пенин П. Е., Филиппов Л. Н.* Радиотехнические системы передачи информации. М.: Радио и Связь, 1984, 256 с.
3. *Блейхут Р.* Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. Пер. с англ. М.: Мир, 1986, 576 с.