



Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Отчёт по лабораторной работе №2

Тема: Сжатие информации и основы помехоустойчивого кодирования

Вариант 20

Выполнил: студент группы Р3132 Ежелев Георгий Игоревич

Проверил: Бострикова Д.К.

Дата сдачи: 09.10.2025

Санкт-Петербург 2025

Содержание

| | |
|---------------------------------------------------------------|---|
| Задание | 3 |
| Основные этапы вычисления..... | 4 |
| 1. Задание 1 – №33 | 4 |
| 2. Задание 2 – № 55 | 4 |
| 3. Задание 3 – №77 | 5 |
| 4. Задание 4 – №62 | 5 |
| 5. Задание 5 – №21 | 5 |
| 6. Задание 6 – № $((33 + 55 + 77 + 62 + 21) * 4 = 992)$ | 6 |
| 7 . Задание 7..... | 6 |
| Вывод | 7 |
| Список литературы | 8 |

Задание

1. Определить свой вариант задания с помощью номера в ISU (он же номер студенческого билета). Вариант выбирается как:
 - Вычислить произведение 4-й цифры номера ISU и 5-й цифры номера ISU.
 - К полученному числу прибавить 6-ю цифру номера ISU.
 - Если полученный вариант больше 99, то необходимо вычесть из него 99.
 - То есть если номер ISU = 125598, то это $5 \cdot 9 + 8 = 45 + 8 = 53 - 40 = 13$ -й вариант.
 - Если номер ISU = 467205, то это $2 \cdot 0 + 5 = 7$ -й вариант.
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 15-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. Дополнительное задание №1 (позволяет набрать от 86 до 100 процентов от максимального числа баллов БаРС за данную лабораторную). Сделать себе учётную запись на <https://gitlab.se.ifmo.ru/>.
10. 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

1. Задание 1 – №33

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

$$r1 = i1 \oplus i2 \oplus i4 = 0$$

$$r2 = i1 \oplus i3 \oplus i4 = 1$$

$$r3 = i2 \oplus i3 \oplus i4 = \mathbf{1}$$

$$s1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$s2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$s3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2 ^x | 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 |

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 001 \Rightarrow \text{ошибка в символе } r_3$$

Правильное сообщение: 010**1**010

2. Задание 2 – № 55

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

$$r1 = i1 \oplus i2 \oplus i4 = \mathbf{0}$$

$$r2 = i1 \oplus i3 \oplus i4 = 1$$

$$r3 = i2 \oplus i3 \oplus i4 = 0$$

$$s1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$s2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$s3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2 ^x | 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 |

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 100 \Rightarrow \text{ошибка в символе } r_1$$

Правильное сообщение: 0110011

3. Задание 3 – №77

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

$$r1 = i1 \oplus i2 \oplus i4 = \mathbf{1}$$

$$r2 = i1 \oplus i3 \oplus i4 = \mathbf{0}$$

$$r3 = i2 \oplus i3 \oplus i4 = \mathbf{0}$$

$$s1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2 ^x | r ₁ | r ₂ | i ₁ | r ₃ | i ₂ | i ₃ | i ₄ | S |
| 1 | X | - | X | - | X | - | X | s ₁ |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | s ₂ |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | s ₃ |

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 111 \Rightarrow \text{ошибка в символе } i_4$$

Правильное сообщение: 0111100

4. Задание 4 – №62

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

$$r1 = i1 \oplus i2 \oplus i4 = \mathbf{1}$$

$$r2 = i1 \oplus i3 \oplus i4 = \mathbf{0}$$

$$r3 = i2 \oplus i3 \oplus i4 = 1$$

$$s1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2 ^x | r ₁ | r ₂ | i ₁ | r ₃ | i ₂ | i ₃ | i ₄ | S |
| 1 | X | - | X | - | X | - | X | s ₁ |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | s ₂ |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | s ₃ |

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 110 \Rightarrow \text{ошибка в символе } i_1$$

Правильное сообщение: 0111100

5. Задание 5 – №21

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

$$\begin{aligned}
s_1 &= r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1 \\
s_2 &= r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1 \\
s_3 &= r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1 \\
s_4 &= r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0
\end{aligned}$$

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------|
| 2^x | r_1 | r_2 | i_1 | r_3 | i_2 | i_3 | i_4 | r_4 | i_5 | i_6 | i_7 | i_8 | i_9 | i_{10} | i_{11} | S |
| 1 | X | - | X | - | X | - | X | - | X | - | X | - | X | - | X | s_1 |
| 2 | - | X | X | - | - | X | X | - | - | X | X | - | - | X | X | s_2 |
| 4 | - | - | - | X | X | X | X | - | - | - | - | X | X | X | X | s_3 |
| 8 | - | - | - | - | - | - | - | X | X | X | X | X | X | X | X | s_4 |

$s = (s_1, s_2, s_3, s_4) = 1110 \Rightarrow$ ошибка в символе i_4

Правильное сообщение: 011000001010001

6. Задание 6 – № $((33 + 55 + 77 + 62 + 21) * 4 = 992)$

Информационных разрядов в передаваемом сообщении: 992

Пусть r – количество служебных битов. $2^r \geq r + i + 1 \Leftrightarrow 2^r - r - 1 \geq 992 \Leftrightarrow r \geq 10$

Коэффициент избыточности $K = 10 / (992 + 10) = 10/1002 \approx 0,00998$

7. Задание 7

https://github.com/haaroner/ITMO_Clown/blob/main/Infa/v1.py

Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы я изучил основы помехоустойчивого кодирования на примере кода Хэмминга. Научился вручную определять ошибки в кодах (15, 11) и (7, 4). Также разработал автоматизированный метод определения ошибок для кода Хэмминга (7, 4)

Список литературы

1. Основы цифровой радиосвязи. Помехоустойчивое кодирование: метод. указания / сост. Д. В. Пьянзин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 16 с.
2. Коды и устройства помехоустойчивого кодирования информации / сост. Королев А.И. – Мн.: , 2002. – с.286