**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет ИТМО»**

*Факультет программной инженерии и компьютерной техники*

**Лабораторная работа №**

**Синтез помехоустойчивого кода**

по предмету Информатика

Вариант №73

Выполнил:

Поветин Захарий

Группа P3116

Проверил:

Балакшин Павел Валерьевич

Санкт-Петербург

2025

Содержание

[Задание 3](#_Toc210430883)

[Основные этапы вычисления 3](#_Toc210430884)

[1. №55 3](#_Toc210430885)

[2. №92 4](#_Toc210430886)

[3. №17 4](#_Toc210430887)

[4. №74 5](#_Toc210430888)

[5. №72 5](#_Toc210430889)

[6. (55 + 92 + 17 + 74 + 72) \* 4 = 1240 6](#_Toc210430890)

[Программа для анализа сообщения на основе классического кода Хэмминга 6](#_Toc210430891)

[Содержание 7](#_Toc210430892)

# Задание

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.

# Основные этапы вычисления

## №55

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

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

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

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

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

s = (s3s2s1) = 0012 = 110

Синдром равен 1 = ошибка в первом бите(r1) сообщения

Инвертируем 1 в 0 и получаем 0110011

Правильно сообщение 1011

## №92

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

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

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

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

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

s = (s3s2s1) = 0102 = 210

Синдром равен 2 = ошибка во втором бите(r2) сообщения

Инвертируем 0 в 1 и получаем 1100110

Правильное сообщение 0110

## №17

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

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

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

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

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

s = (s3s2s1) = 1002 = 410

Синдром равен 4 = ошибка в четвертом бите(r3) сообщения

Инвертируем 0 в 1 и получаем 0011001

Правильное сообщение 1001

## №74

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

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

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

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

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

s = (s3s2s1) = 1012 = 510

Синдром равен 5 = ошибка в пятом бите(i2) сообщения

Инвертируем 1 в 0 и получаем 0011001

Правильное сообщение 1001

## №72

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

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

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

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

s = (s4s3s2s1) = 01112 = 710

Синдром равен 7 = ошибка в седьмом бите(i4) сообщения

Инвертируем 0 в 1 и получаем 001110110000100

Правильное сообщение 11010000100

## (55 + 92 + 17 + 74 + 72) \* 4 = 1240

Число информационных разрядов k = 1240

Минимальное число проверочных разрядов вычисляется по формуле 2r ≥ k + r + 1.  
Подставим k: 2r ≥ 1240 + r + 1. При r=10 210 !≥ 1251. Значит r=11, т.е. минимальное число проверочных разрядов равно 11.

Для вычисления коэффициента избыточности воспользуемся формулой K = r / (k + r).  
Подставим: K = 11 / 1251 ≈ 0,0088 т.е. примерно 0,88%.

Ответ: минимальное число разрядов равно 11, в то время как коэффициент избыточности равен примерно 0,88%.

# Программа для анализа сообщения на основе классического кода Хэмминга

Ссылка на программу: <https://onlinegdb.com/XoMZUpRGta>

Код приложен на рисунке 1.

A computer screen shot of a program code

AI-generated content may be incorrect.

Рисунок 1

# Содержание

1. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки / Пер. с англ. — М.: Мир, 1973. — 450 с.
2. Пенин П. И., Филиппов Л. И. Радиотехнические системы передачи информации. — М.: Радио и связь, 1985. — 320 с.
3. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 400 с.