Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Лабораторная работа №2

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант 66 (466468)

Выполнил:

Ларионов Владислав Васильевич

Группа P3109

Проверил:

Рыбаков Степан Дмитриевич

Санкт-Петербург 2024

Содержание

[**Задание** 3](#_Toc178723432)

[**Основные этапы вычислений** 4](#_Toc178723433)

[**Часть №1** 4](#_Toc178723434)

[**1)** **Задание №48** 4](#_Toc178723435)

[**2)** **Задание №85** 5](#_Toc178723436)

[**3)** **Задание №10** 6](#_Toc178723437)

[**4)** **Задание №67** 7](#_Toc178723438)

[**Часть №2** 8](#_Toc178723439)

[**5)** **Задание №66** 8](#_Toc178723440)

[**Часть №3** 9](#_Toc178723441)

[**Ответы** 9](#_Toc178723442)

[**Дополнительное задание** 10](#_Toc178723443)

[**Вывод:** 10](#_Toc178723444)

[**Источники:** 10](#_Toc178723445)

# **Задание**

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. 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 вычислений**

## **Часть №1**

1. **Задание №48**

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

Таблица 1.1 – Задание №48, исходное сообщение

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

Таблица 1.2 – Задание №48, решение

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

(S3, S2, S1) = (1, 1, 1) – ошибка в бите i4, правильное сообщение:

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

Таблица 1.3 – Задание №48, ответ

Итог: 0010

1. **Задание №85**

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

Таблица 2.1 – Задание №85, исходное сообщение

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

Таблица 2.2 – Задание №85, решение

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = 0

(S3, S2, S1) = (0, 1, 1) – ошибка в бите i1, правильное сообщение:

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

Таблица 2.3 – Задание №85, ответ

Итог: 1110

1. **Задание №10**

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

Таблица 3.1 – Задание №10, исходное сообщение

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

Таблица 3.2 – Задание №10, решение

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

(S3, S2, S1) = (0, 1, 0) – ошибка в бите r2, правильное сообщение:

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

Таблица 3.3 – Задание №10, ответ

Итог: 1000

1. **Задание №67**

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

Таблица 4.1 – Задание №67, исходное сообщение

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

Таблица 4.2 – Задание №67, решение

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 0

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

(S3, S2, S1) = (1, 1, 0) – ошибка в бите i3, правильное сообщение:

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

Таблица 4.3 – Задание №67, ответ

Итог: 0110

## **Часть №2**

1. **Задание №66**

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

Таблица 5.1 – Задание №66, исходное сообщение

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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 | 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 |

Таблица 5.2 – Задание №66, решение

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 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

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 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

(S4, S3, S2, S1) = (0, 1, 0, 1) – ошибка в бите i2, правильное сообщение:

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

Таблица 5.3 – Задание №66, ответ

Итог: 10000100100

## **Часть №3**

1. **(48 + 85 + 10 + 67 + 66) \* 4 = 1104**

1104 – число информационных разрядов в исходном сообщении.

Минимальное число контрольных разрядов r вычисляется по следующей форме:

2r >= r + i + 1, где r – число контрольных разрядов, i – число информационных битов.

2r >= r + 1105. Минимальное r, удовлетворяющее условию – r = 11.

Коэффициент избыточности k вычисляется по следующей формуле:

k = r / (r + i) = 11 / (11 + 1104) ≈ 0,00986547

Ответ: r = 11, k ≈ 0,00986547

## **Ответы**

Задание 1 - I4

Задание 2 - I1

Задание 3 - R2

Задание 4 - I3

Задание 5 - I2

# **Дополнительное задание**

Было принято решение написать данную программу на языке программирования Python, так как он прост в реализации и с целью повторения его синтаксиса.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, дисплей

Автоматически созданное описание

Изображение 1 – листинг программы

# **Вывод:**

Во время выполнения данной лабораторной работы я научился работать с кодом Хэмминга, находить ошибки в передаваемых сообщениях, исправлять их. Также я попрактиковался в данной теме на примере написания программы на языке программирования Python, чтобы закрепить материал.

# **Источники:**

1. Балакшин П.В., Соснин В.В. Информатика: методическое пособие. Санкт-Петербург: 2015. (дата обращения: 30.01.2024)
2. Орлов С. А., Цилькер Б. Я. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.: ил. (дата обращения: 30.01.2024)
3. AGailov – название YouTube канала, Код Хэмминга. Самоконтролирующийся и самокорректирующийся код. (<https://www.youtube.com/watch?v=QsBYshN5idw>) (дата обращения: 30.01.2024)