Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Национальный исследовательский университет

ИТМО»

*Факультет программной инженерии и компьютерной техники*

*Направление подготовки: 09.03.01 - Информатика и вычислительная техника, Компьютерные системы и технологии*

*Дисциплина «Информатика»*

**Лабораторная работа №2**

**Синтез помехоустойчивого кода**

**Вариант №83**

Выполнила:

Денисова Алёна Александровна

Группа: Р3131

Преподаватель:

Авксентьева Елена Юрьевна

Санкт-Петербург 2023 г.

**Оглавление**

[Задание 3](#_Toc148293220)

[Выполнение работы 4](#_Toc148293221)

[Часть 1 4](#_Toc148293222)

[Последовательность № 67 4](#_Toc148293223)

[Последовательность 10 5](#_Toc148293224)

[Последовательность 39 5](#_Toc148293225)

[Последовательность 79 6](#_Toc148293226)

[Часть 2 7](#_Toc148293227)

[Последовательность 82 7](#_Toc148293228)

[Часть 3 8](#_Toc148293229)

[Дополнительное задание №1 8](#_Toc148293230)

[Контрольные вопросы 9](#_Toc148293231)

[Вывод 10](#_Toc148293232)

[Список использованных источников 10](#_Toc148293233)

# 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.

Задание варианта №83:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 67 | 10 | 39 | 79 | 82 |

Таблица 1. Задание варианта №83

# Выполнение работы

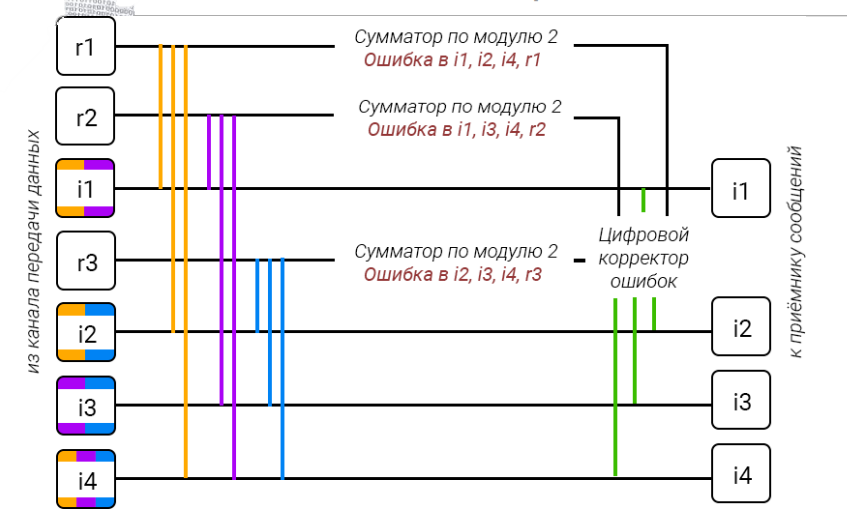


Рисунок 1. Схема декодирования классического кода Хэмминга (7;4)

## Часть 1

### Последовательность № 67

Исходное сообщение: 1100100

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 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 |

Таблица 2. Последовательность 67

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4

S1 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 0

S2 = 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

S3 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

Синдром последовательности: (0, 1, 1). Ошибка в бите i3.

Верное сообщение: 1100110

### Последовательность 10

Исходное сообщение: 1010000

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 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 |

Таблица 3. Последовательность 10

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4

S1 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

S2 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

S3 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

Синдром последовательности: (0, 1, 0). Ошибка в бите r2.

Верное сообщение: 1110000

### Последовательность 39

Исходное сообщение: 1100010

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 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 |

Таблица 4. Последовательность 39

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4

S1 = 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

S2 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 0

S3 = 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

Синдром последовательности: (1, 0, 1). Ошибка в бите i2.

Верное сообщение: 1100110

### Последовательность 79

Исходное сообщение: 1001101

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
|  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 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 |

Таблица 5. Последовательность 79

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4

S1 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S2 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S3 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

Синдром последовательности: (1, 1, 1). Ошибка в бите i4.

Верное сообщение: 1001100

## Часть 2

Изображение выглядит как текст, число, Параллельный, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 2. Схема декодирование классического кода Хэмминга (15;11)

### Последовательность 82

Исходное сообщение: 001010100100101

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
|  | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |
| 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 6. Последовательность 82

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 ⊕ i5 ⊕ i7 ⊕ i9 ⊕ i11

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i6 ⊕ i7 ⊕ i10 ⊕ i11

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11

S4 = r4 ⊕ i5 ⊕ i6 ⊕ i7 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11

S1 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S2 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

S3 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

S4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

Синдром последовательности: (1, 0, 0, 1). Ошибка в бите i5.

Верное сообщение: 001010101100101

## Часть 3

i = (67 + 10 + 39 + 79 + 82) \* 4 = 1108

Минимальное число проверочных разрядов: 2r ≥ r + i + 1

2r ≥ r + 1109

Минимальное r = 11

Коэффициент избыточности: k =

## **Дополнительное задание №1**

Код на языке программирования Python:

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

Автоматически созданное описание

Рисунок 3. Программное решение дополнительного задания

## Контрольные вопросы

**1) Чем классический код Хэмминга отличается от неклассического кода**

**Хэмминга?**

Классический код Хэмминга обеспечивает обнаружение и исправление всех однократных ошибок (расстояние Хэмминга = 3).

Неклассический код Хэмминга (d = 4) обеспечивает исправление всех однократных и обнаружение всех двукратных ошибок. Он образуется добавлением проверки четности единиц во всех разрядах.

**2) Необходимо передать 20 информационных бит. Каким классических кодом**

**Хэмминга необходимо воспользоваться? Чем будут заполнены оставшиеся**

**информационные биты?**

Необходимо воспользоваться классическим кодом Хэмминга (31, 26), использующим 5 проверочных битов. Оставшиеся информационные биты будут заполнены нулями (в начале).

**3) В результате выполнения некоторого алгоритма коэффициент сжатия**

**получился разным 0,05. Что это означает?**

Отношение размера входного потока к выходному равно 0,05, т. е. размер выходных данных в 20 раз больше, чем входных.

**4) Чем контрольная сумма отличается от бита чётности?**

Контрольная сумма – некоторое число, рассчитанное по определенному алгоритму и используемое для проверки целостности полученных данных. Бит четности – это частный случай контрольной суммы, представляющий из себя 1 бит, используемый для проверки четности количества единичных битов в двоичном числе.

**5) Для чего нужны различные способы обработки блоков данных, полученных**

**с ошибкой в результате передачи?**

Различные каналы связи пропускают различное количество ошибок.

**6) Что такое запрещённые комбинации?**

Комбинации, в которых отношение информационных и проверочных битов невозможно.

**7) Чем отличается коэффициент сжатия от коэффициента избыточности?**

Коэффициент сжатия – это отношение размера входного потока к выходному потоку.

Коэффициент избыточности – это отношение числа проверочных разрядов к общему числу разрядов.

# Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы я узнала, как работает код Хэмминга (7, 4) и (15, 11), определять биты информации, переданные ошибочно, а также исправлять поврежденные в процессе передачи сообщения ошибки.

# Список использованных источников

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