

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

Мегафакультет компьютерных технологий и управления
Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Отчёт
по лабораторной работе №2
«Синтез помехоустойчивого кода»
по дисциплине «Информатика»

Вариант 79

Студент: Кожухин Иван Алексеевич, группа Р3118
Преподаватель: Рыбаков Степан Дмитриевич

Санкт-Петербург
2022

Содержание

1	Задание	2
2	Выполнение основного задания	3
2.1	Сообщение №63	3
2.2	Сообщение №35	4
2.3	Сообщение №75	4
2.4	Сообщение №78 (15; 11)	5
2.5	Арифметические вычисления	6
3	Выполнение дополнительного задания	6
3.1	Код программы на языке Python	6
3.2	Вывод программы	7
4	Вывод	9
5	Список использованной литературы	9

1 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. 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 выдаёт правильное сообщение (только информационные биты) и указывает бит с ошибкой при его наличии.

2 Выполнение основного задания

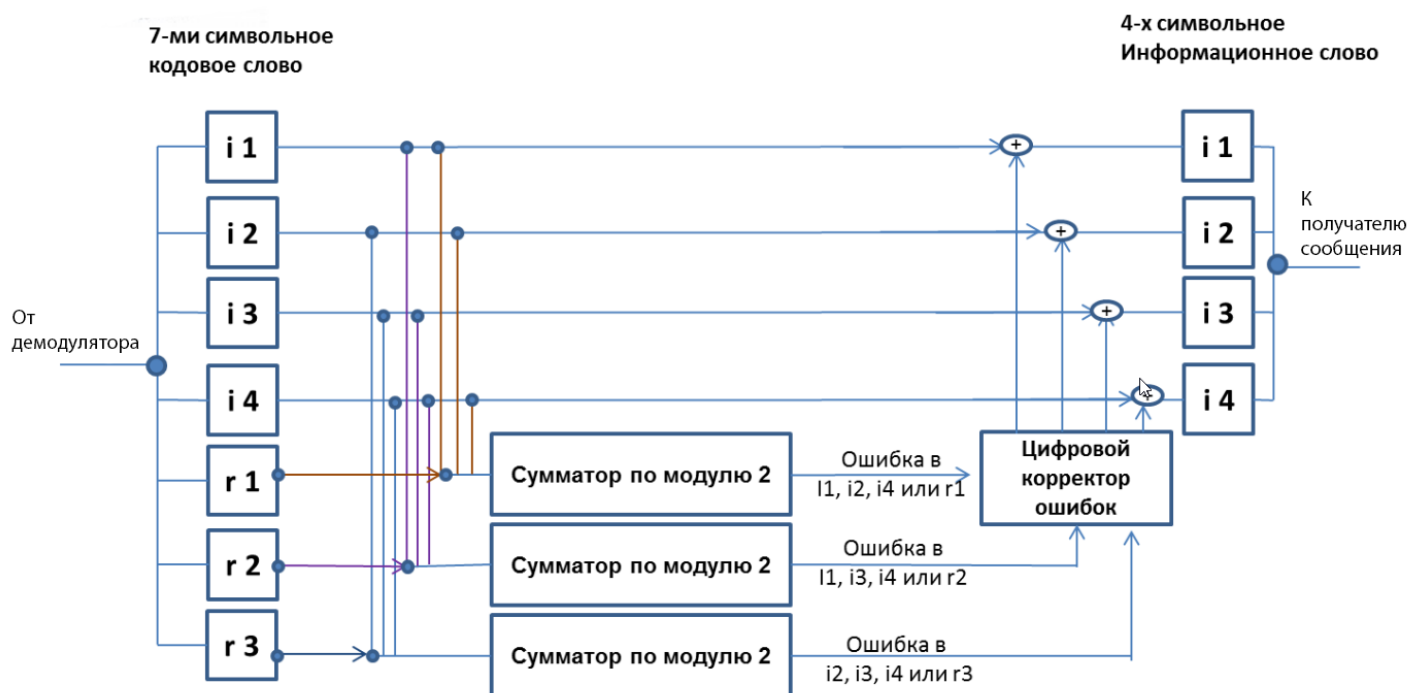


Рис. 1: Схема декодирования классического кода Хэмминга (7; 4)

2.1 Сообщение №63

Полученное сообщение: 0 1 1 0 1 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	0	1	1	0	1	0	0	0
2	0	1	1	0	1	0	0	0
4	0	1	1	0	1	0	0	0

Решение:

1) Определяем синдромы последовательности по формулам:

$$\begin{array}{lcl}
 S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 & | & S_1 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0 \\
 S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 & | & S_2 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0 \\
 S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 & | & S_3 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1
 \end{array}$$

2) Получаем последовательность синдромов: 0 0 1

3) Переводим $100_2 = 4_{10}$, \Rightarrow ошибка в бите №4

4) Меняем бит №4 на обратный

5) Получаем правильное сообщение: 0 1 1 1 1 0 0

2.2 Сообщение №35

Полученное сообщение: 0 1 1 1 0 1 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	0	1	1	1	0	1	0	1
2	0	1	1	1	0	1	0	1
4	0	1	1	1	0	1	0	0

Решение:

1) Определяем синдромы последовательности по формулам:

$$\begin{array}{l|l}
 S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 & S_1 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1 \\
 S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 & S_2 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1 \\
 S_2 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 & S_2 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0
 \end{array}$$

2) Получаем последовательность синдромов: 1 1 0

3) Переводим $011_2 = 3_{10}$, \Rightarrow ошибка в бите №3

4) Меняем бит №3 на обратный

5) Получаем правильное сообщение: 0 1 0 1 0 1 0

2.3 Сообщение №75

Полученное сообщение: 0 1 0 1 1 0 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	0	1	0	1	1	0	1	0
2	0	1	0	1	1	0	1	0
4	0	1	0	1	1	0	1	1

Решение:

1) Определяем синдромы последовательности по формулам:

$$\begin{array}{l|l}
 S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 & S_1 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0 \\
 S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 & S_2 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0 \\
 S_2 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 & S_2 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1
 \end{array}$$

2) Получаем последовательность синдромов: 0 0 1

3) Переводим $100_2 = 4_{10}$, \Rightarrow ошибка в бите №4

4) Меняем бит №4 на обратный

5) Получаем правильное сообщение: 0 1 0 0 1 0 1

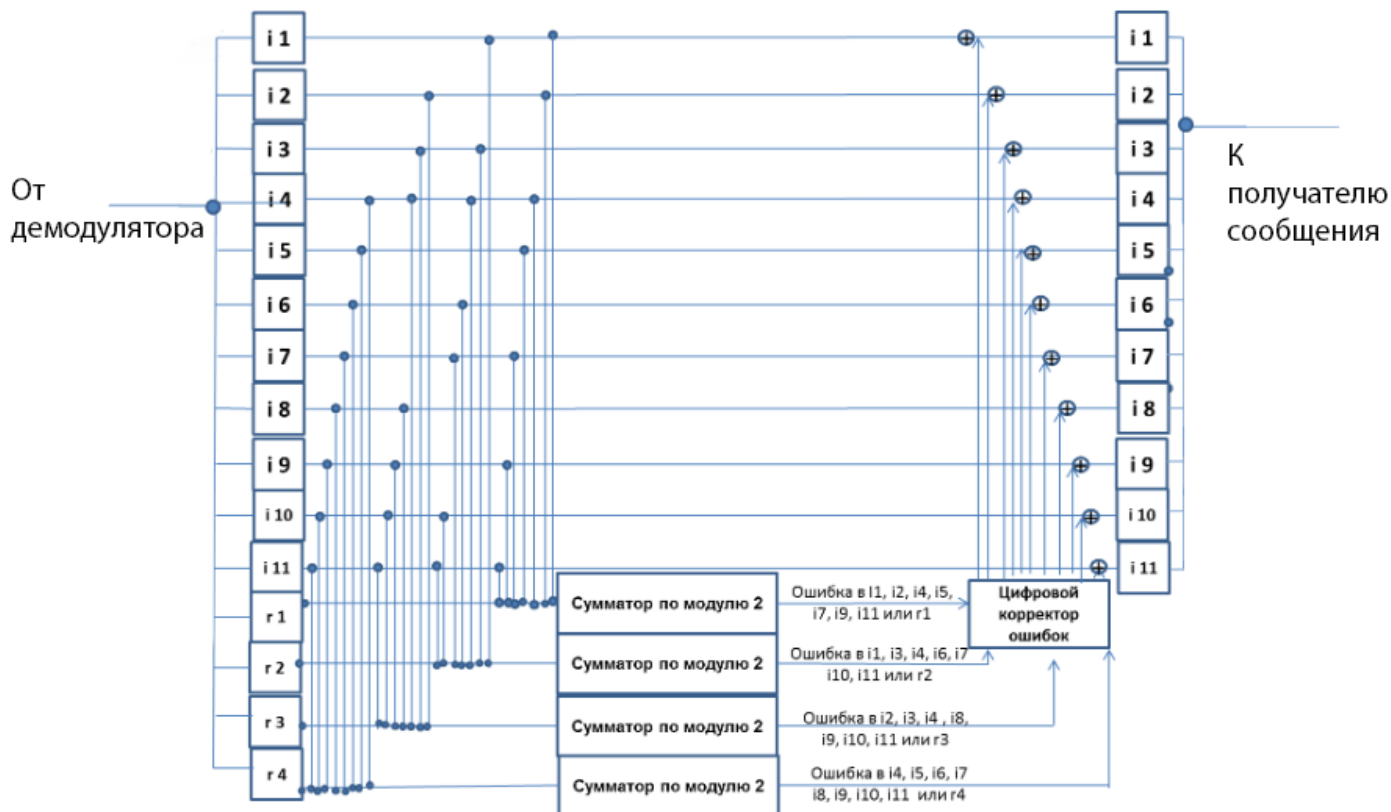


Рис. 2: Схема декодирования классического кода Хэмминга (15; 11)

2.4 Сообщение №78 (15; 11)

Полученное сообщение: 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0

	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	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
2	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
4	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
8	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0

Решение:

1) Определяем синдромы последовательности по формулам:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} \\
 S_2 &= r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} \\
 S_3 &= r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} \\
 S_4 &= r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_1 &= 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0 \\
 S_2 &= 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0 \\
 S_3 &= 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1 \\
 S_4 &= 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0
 \end{aligned}$$

2) Получаем последовательность синдромов: 0 0 1 0

3) Переводим $0100_2 = 4_{10}$, \Rightarrow ошибка в бите №4

4) Меняем бит №4 на обратный

5) Получаем правильное сообщение: 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0

2.5 Арифметические вычисления

$$(63 + 1045 + 75 + 78) \times 4 = 1044$$

По формуле минимального числа контрольных разрядов:

$$2^r \geq r + 1065, \text{ отсюда } r = 11.$$

Коэффициент избыточности:

$$\frac{r}{n} = \frac{r}{i + r} = \frac{11}{1055} \approx 0,0104$$

3 Выполнение дополнительного задания

3.1 Код программы на языке Python

```
message = str(input())

try:
    check = int(message, 2)
except:
    print('Wrong input format, please enter a binary sequence')
else:
    syndrome1 = str((int(message[0]) + int(message[2])
                     + int(message[4]) + int(message[6])) % 2)
    syndrome2 = str((int(message[1]) + int(message[2])
                     + int(message[5]) + int(message[6])) % 2)
    syndrome3 = str((int(message[3]) + int(message[4])
                     + int(message[5]) + int(message[6])) % 2)

    errorBit = int(syndrome3 + syndrome2 + syndrome1, 2)
    if errorBit == 0:
        fixedMessage = message
        print('No error')
        print(f'The correct message is {fixedMessage}')
        print(f'The correct info bits are {fixedMessage[2] + fixedMessage[4]
                                           + fixedMessage[5] + fixedMessage[6]}')
    else:
        print(f'Bit #{errorBit} is wrong')
        fixedMessage = ''
        for i in range(len(message)):
            if i == errorBit - 1:
                fixedMessage += str((int(message[i]) + 1) % 2)
            else:
                fixedMessage += message[i]
        print(f'The correct message is {fixedMessage}')
        print(f'The correct info bits are {fixedMessage[2] + fixedMessage[4]
                                           + fixedMessage[5] + fixedMessage[6]}')
```

3.2 Вывод программы

```
K:\Python\venv\Scripts\python.exe K:\Python\main.py
1234567
Wrong input format, please enter a binary sequence

Process finished with exit code 0
```

Рис. 3: Результат работы программы при попытке ввести десятичное число

```
K:\Python\venv\Scripts\python.exe K:\Python\main.py
Прошу отчислиться по собственному желанию
Wrong input format, please enter a binary sequence

Process finished with exit code 0
```

Рис. 4: Результат работы программы при попытке ввести текст

```
K:\Python\venv\Scripts\python.exe K:\Python\main.py
1010101
No error
The correct message is 1010101
The correct info bits are 1101

Process finished with exit code 0
```

Рис. 5: Результат работы программы при отсутствии ошибки в сообщении


```
K:\Python\venv\Scripts\python.exe K:\Python\main.py
1110101
Bit #2 is wrong
The correct message is 1010101
The correct info bits are 1101

Process finished with exit code 0
```

Рис. 6: Результат работы программы при наличии ошибки в сообщении

4 Вывод

В ходе работы над лабораторной работой я научился декодировать сообщения с помощью классического кода Хэмминга, искать ошибки в переданных сообщениях и исправлять их, рассчитывать минимальное число проверочных разрядов для определенного количества информационных разрядов и коэффициент избыточности сообщения. Также я попрактиковался в программировании на языке Python в ходе выполнения дополнительного задания.

5 Список использованной литературы

1. Балакшин П. В. Информатика: лабораторные работы и тесты / П.В. Балакшин, В.В. Соснин, И.В. Калинин, Т.А. Малышева, С.В. Раков, Н.Г. Руценко, А.М. Дергачев – СПб.: Университет ИТМО, 2019.- 59 с.
2. Форум StackOverflow [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.stackoverflow.com/> (дата обращения: 17.10.2022)