

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

*Факультет программной инженерии и компьютерной техники
Направление подготовки: 09.03.04 – Программная инженерия,
Системное и прикладное программное обеспечение*

Дисциплина: Информатика

Лабораторная работа №2
Синтез помехоустойчивого кода
Вариант №62

Выполнил:
Карнажицкий Максим Романович
Группа: Р3111

Проверил:
Доцент факультета ПИиКТ
Малышева Татьяна Алексеевна

г. Санкт-Петербург, 2024

Оглавление

Оглавление.....	1
Задание.....	2
Выполнение работы.....	4
Часть 1.....	4
Последовательность 44.....	5
Последовательность 81.....	5
Последовательность 6.....	6
Последовательность 43.....	7
Часть 2.....	8
Последовательность 57.....	9
Часть 3.....	10
Дополнительное задание №1.....	11
Вывод.....	12
Список литературы.....	13

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.

Таблица 1 – Задание варианта 62

1.				2.
44	81	6	43	57

Выполнение работы

Часть 1

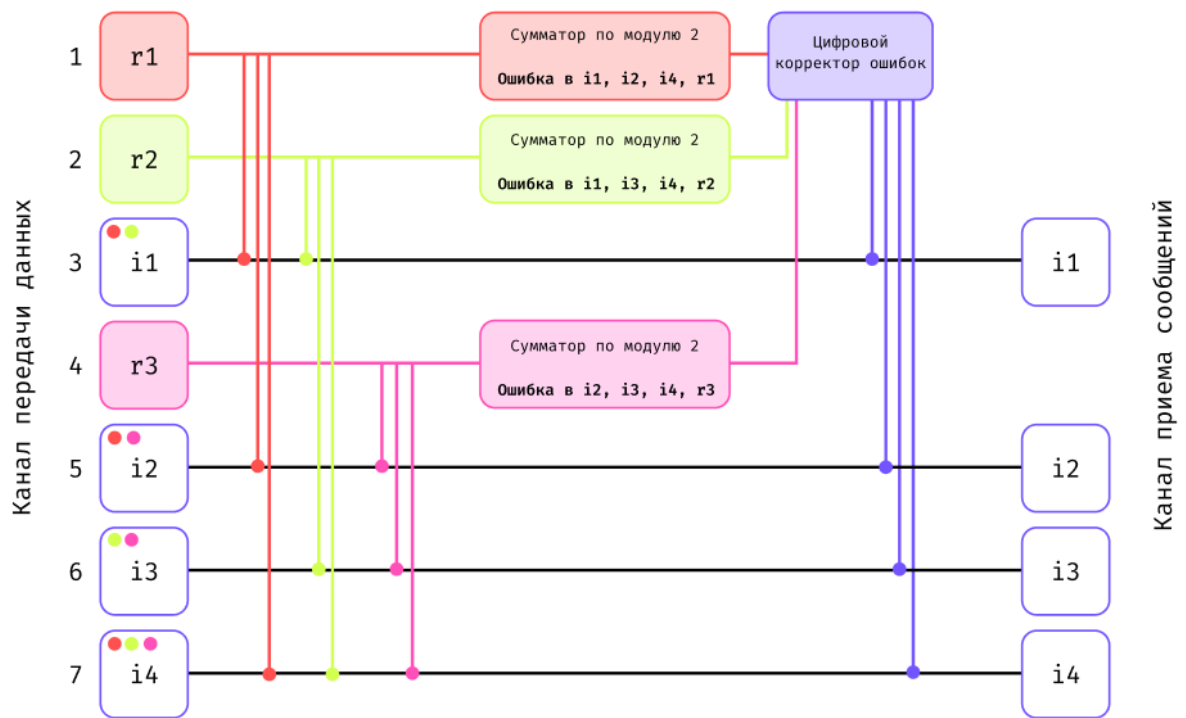


Рисунок 1 – схема декодирования классического кода Хэмминга (7; 4)

Последовательность 44

Исходное сообщение: 0001011

	1	2	3	4	5	6	7	
	0	0	0	1	0	1	1	
2^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	<i>s</i>
1	X		X		X		X	<i>s1</i>
2		X	X			X	X	<i>s2</i>
4				X	X	X	X	<i>s3</i>

Таблица 2 – Последовательность 44

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$s_1 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$s_3 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

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

Верное сообщение: 0001111

Последовательность 81

	1	2	3	4	5	6	7	
	1	1	0	0	1	0	1	
2^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	<i>s</i>
1	X		X		X		X	<i>s1</i>
2		X	X			X	X	<i>s2</i>
4				X	X	X	X	<i>s3</i>

Таблица 3 – Последовательность 81

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$s_1 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$s_3 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

Синдром последовательности: (1, 0, 0). Ошибка в бите **r1**.

Верное сообщение: 0100101

Последовательность 6

	1	2	3	4	5	6	7	
	0	1	1	0	0	0	0	
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	$s3$

Таблица 4 – Последовательность 6

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$s_1 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s_2 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$s_3 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

Синдром последовательности: (1, 0, 0). Ошибка в бите **r1**.

Верное сообщение: 1110000

Последовательность 43

	1	2	3	4	5	6	7	
	0	0	0	0	0	1	1	
2^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	<i>s</i>
1	X		X		X		X	<i>s1</i>
2		X	X			X	X	<i>s2</i>
4				X	X	X	X	<i>s3</i>

Таблица 5 – Последовательность 43

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$s_1 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$s_3 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

Синдром последовательности: (1, 0, 0). Ошибка в бите **r1**.

Верное сообщение: 1000011

Часть 2

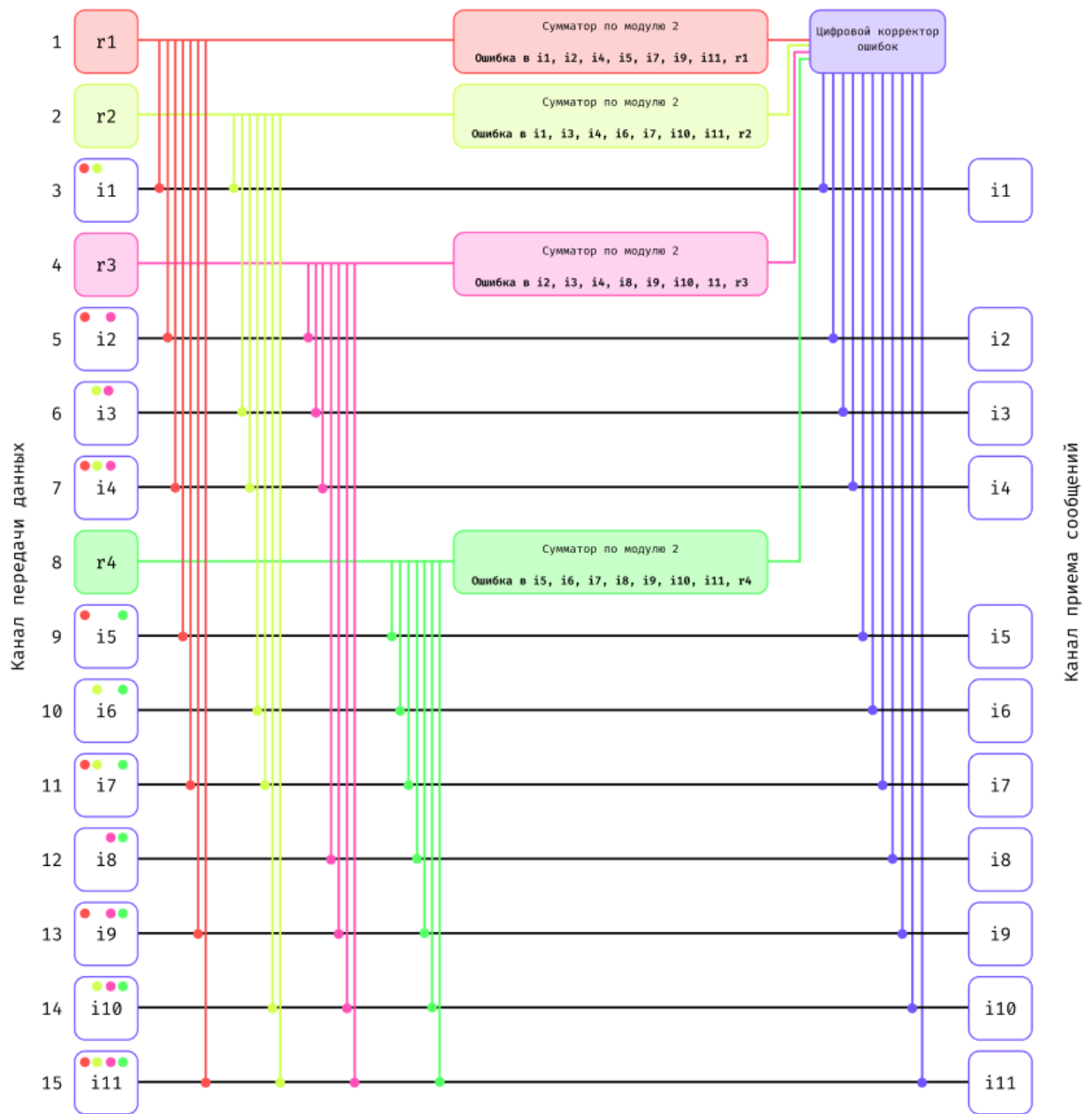


Рисунок 2 – схема декодирования классического кода Хэмминга (15; 11)

Последовательность 57

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	
2^x	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	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

Таблица 6 – Последовательность 57 (часть 2)

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11}$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11}$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11}$$

$$s_4 = r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11}$$

$$s_1 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$s_3 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$s_4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

Синдром последовательности: (1, 0, 0, 0). Ошибка в бите **r1**.

Верное сообщение: 110001110010011

Часть 3

$$i = (44 + 81 + 6 + 43 + 57) * 4 = 924$$

Минимальное число разрядов: $2^r \geq r + i + 1$

$$2^r \geq r + 925$$

$$r_{min} = 10$$

$$\text{Коэффициент избыточности: } k = \frac{r}{i+r} = \frac{10}{924+10} = 0.010707...$$

Дополнительное задание №1

Код на ЯП Python:

```
1  BIT_NAME = [  
2      "OK",  
3      "r1",  
4      "r2",  
5      "i1",  
6      "r3",  
7      "i2",  
8      "i3",  
9      "i4",  
10 ]  
11  
12  
13 def haming(msg: list) -> dict:  
14     """  
15     Функция для исправления некорректного сообщения  
16     используя код Хэмминга  
17     """  
18     s1 = msg[0] ^ msg[2] ^ msg[4] ^ msg[6]  
19     s2 = msg[1] ^ msg[2] ^ msg[5] ^ msg[6]  
20     s3 = msg[3] ^ msg[4] ^ msg[5] ^ msg[6]  
21  
22     err_pos = s1 + s2 * 2 + s3 * 4  
23     if err_pos > 0:  
24         msg[err_pos - 1] ^= 1  
25     return {  
26         "correct_haming": "".join(list(map(str, msg))),  
27         "correct_value": "".join(list(map(str, [msg[2], msg[4], msg[5], msg[6]]))),  
28         "err_pos": err_pos,  
29         "err_type": BIT_NAME[err_pos],  
30     }  
31  
32 try:  
33     s = list(map(int, list(input())))  
34     if len(s) != 7:  
35         print("Некорректный ввод: введите 5 символов 0 или 1")  
36     else:  
37         for i in s:  
38             if i not in (0, 1):  
39                 print("Некорректный ввод: только 0 и 1")  
40                 break  
41         else:  
42             h = haming(s)  
43             if h["err_pos"] == 0:  
44                 print("CORRECT!")  
45             else:  
46                 print("ERROR!")  
47                 for key, val in h.items():  
48                     if key == "err_pos" and val == 0:  
49                         continue  
50                     print(f"{key}: {val}")  
51  
52 except ValueError:  
53     print("Некорректный ввод: только 0 и 1")  
54
```

Рисунок 3 – Решение доп. задания №1

Вывод

В ходе лабораторной работы я узнал, как работает кодирование и декодирование кода Хэмминга (7, 4) и (15, 11). Научился с его помощью определять и исправлять информационные биты, переданные с ошибкой.

Список литературы

1. Балакшин П. В., Соснин В. В. Информатика: методическое пособие. – г. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015 – Режим доступа: <https://picloud.pw/media/resources/posts/2018/02/19/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0.pdf>
2. Балакшин П.В., Соснин В.В., Калинин И.В., Малышева Т.А., Раков С.В., Рущенко Н.Г., Дергачев А.М. Информатика: лабораторные работы и тесты. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 56 с. – Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2464.pdf>