

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
Выполнение работы.....	4
Часть 1	4
Последовательность № 67	4
Последовательность 10.....	5
Последовательность 39.....	5
Последовательность 79.....	6
Часть 2.....	7
Последовательность 82.....	7
Часть 3.....	8
Дополнительное задание №1.....	8
Контрольные вопросы	9
Вывод	10
Список использованных источников	10

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

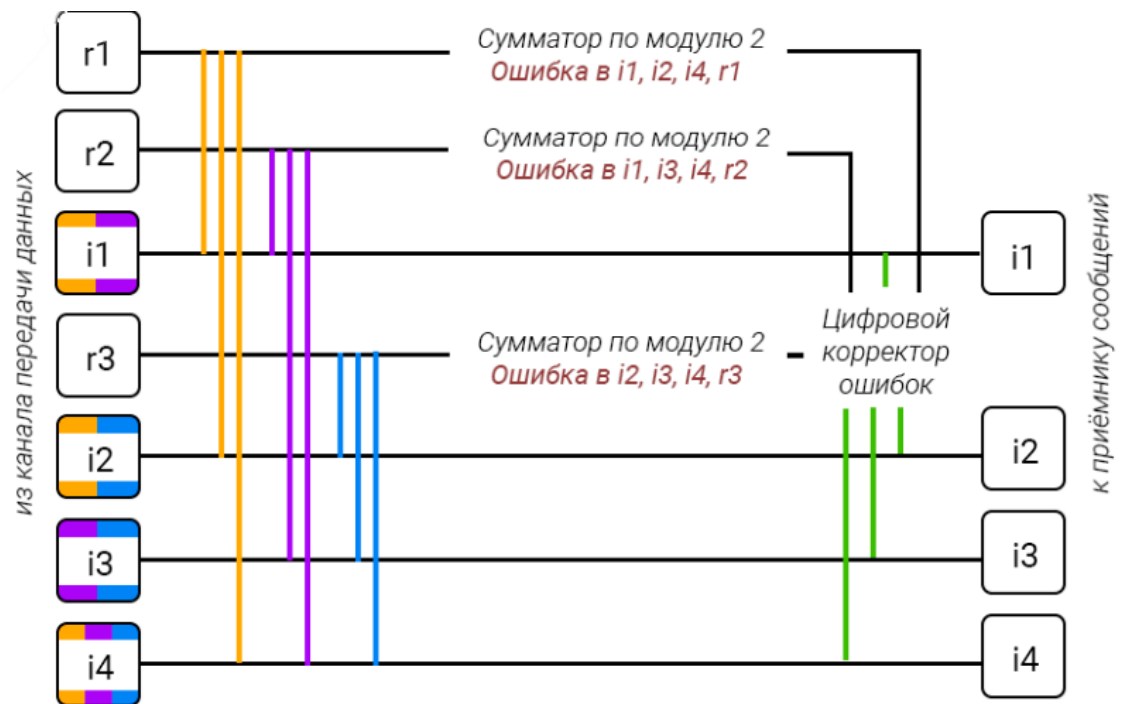


Рисунок 1. Схема декодирования классического кода Хэмминга (7;4)

Часть 1

Последовательность № 67

Исходное сообщение: 1100100

	1	2	3	4	5	6	7	
	1	1	0	0	1	0	0	
2 ^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	S
1	X		X		X		X	S ₁
2		X	X			X	X	S ₂
4				X	X	X	X	S ₃

Таблица 2. Последовательность 67

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$S_1 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

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	
2^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	S
1	X		X		X		X	S_1
2		X	X			X	X	S_2
4				X	X	X	X	S_3

Таблица 3. Последовательность 10

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$S_1 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

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	
2^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	S
1	X		X		X		X	S_1
2		X	X			X	X	S_2
4				X	X	X	X	S_3

Таблица 4. Последовательность 39

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$S_1 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_2 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_3 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

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	
2 ^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	S
1	X		X		X		X	S ₁
2		X	X			X	X	S ₂
4				X	X	X	X	S ₃

Таблица 5. Последовательность 79

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4$$

$$S_1 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$S_2 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$S_3 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

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

Верное сообщение: 1001100

Часть 2

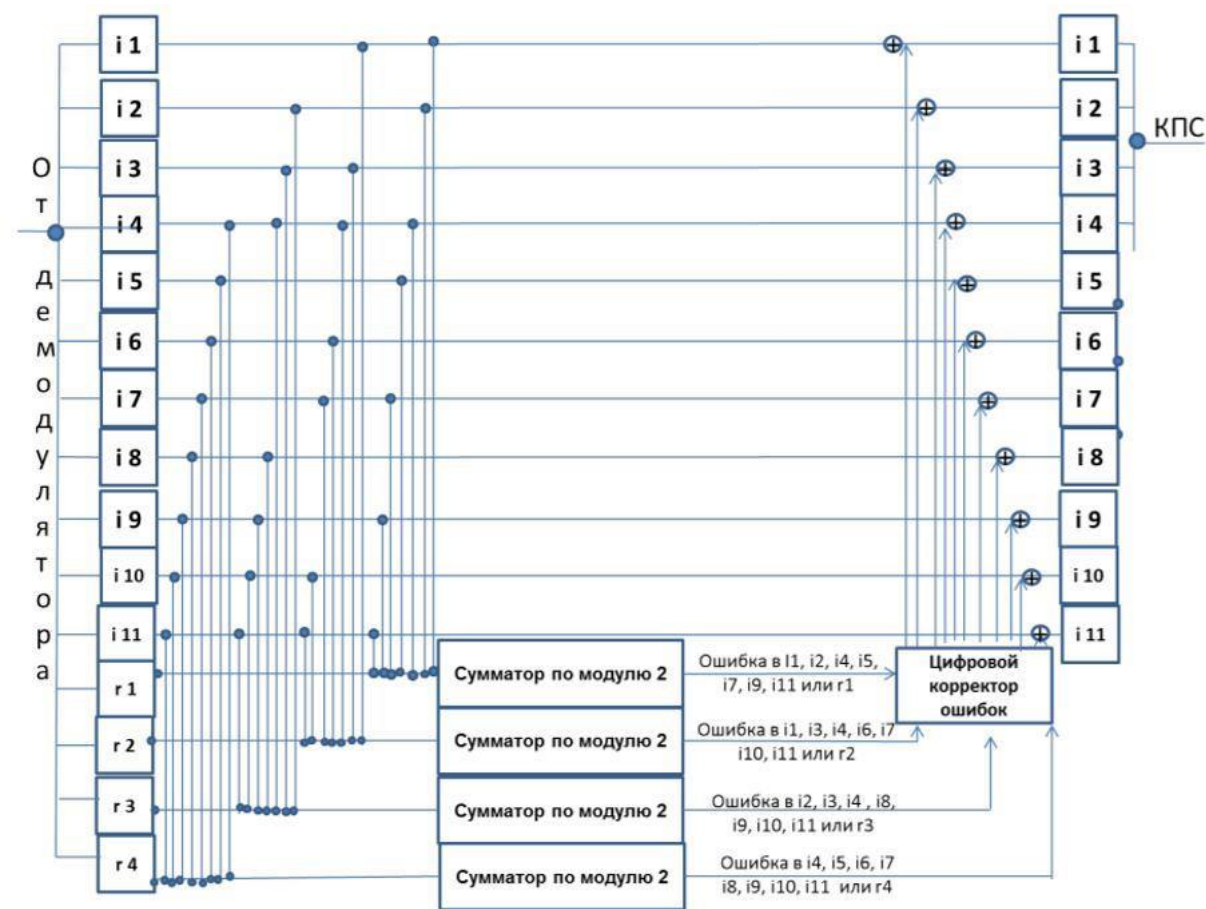


Рисунок 2. Схема декодирования классического кода Хэмминга (15;11)

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	
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 82

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

$$S_1 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$S_2 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$S_3 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$S_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

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: $2^r \geq r + i + 1$

$$2^r \geq r + 1109$$

Минимальное $r = 11$

$$\text{Коэффициент избыточности: } k = \frac{r}{i+r} = \frac{11}{1108+11} \approx 0.00983$$

Дополнительное задание №1

Код на языке программирования Python:

```

main.py x
1 usage
2 def hamming(sub):
3     #подсчет битов четности
4     s1 = sub[0] ^ sub[2] ^ sub[4] ^ sub[6]
5     s2 = sub[1] ^ sub[2] ^ sub[5] ^ sub[6]
6     s3 = sub[3] ^ sub[4] ^ sub[5] ^ sub[6]
7     #вычисление позиции ошибочного символа
8     err_pos = s1 + s2 * 2 + s3 * 4
9     #замена ошибочного символа (при наличии)
10    if err_pos > 0: sub[err_pos - 1] = (sub[err_pos - 1] + 1) % 2
11    return [sub[2], sub[4], sub[5], sub[6]], err_pos-1
12
13    dict = {0: 'r1', 1: 'r2', 2: 'i1', 3: 'r3', 4: 'i2', 5: 'i3', 6: 'i4'}
14    sub = [int(i) for i in list(input())]
15    bits, err_pos = hamming(sub)
16    if err_pos == 0:
17        print("В сообщении нет ошибок.\nСообщение: ", *bits, sep='')
18    else:
19        print("Верное сообщение: ", *bits, sep='')
20        print("Ошибка в бите", dict[err_pos])
21

```

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 классическим 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 равным 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