

**НИУ ИТМО**

**ФПИиКТ**

Информатика

Лабораторная работа №2

**Синтез помехоустойчивого кода**

**Вариант: 67.**

Выполнил: Раевский Григорий Романович

Группа: Р3121

Преподаватель: Болдырева Елена Александровна

Санкт-Петербург

2023г.

## Содержание

<b>Задание</b>	<b>2</b>
<b>Решения</b>	<b>3</b>
№1 - 49 . . . . .	3
№2 - 86 . . . . .	3
№3 - 11 . . . . .	4
№4 - 78 . . . . .	4
№5 - 67 . . . . .	4
№6 - $((49+86+11+78+67)*4)=1164$ . . . . .	5
<b>Вывод</b>	<b>5</b>

## Задание

Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4), которую представить в отчёте в виде изображения.

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.

На основании номера варианта задания выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 15-символьного кода.

Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11), которую представить в отчёте в виде изображения.

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.

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.

## Решения

Таблицы для решения:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2 <sup>x</sup>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	i <sub>1</sub>	r <sub>3</sub>	i <sub>2</sub>	i <sub>3</sub>	i <sub>4</sub>	r <sub>4</sub>	i <sub>5</sub>	i <sub>6</sub>	i <sub>7</sub>	i <sub>8</sub>	i <sub>9</sub>	i <sub>10</sub>	i <sub>11</sub>	S
1	x		x		x		x		x		x		x		x	s <sub>1</sub>
2		x	x			x	x			x	x			x	x	s <sub>2</sub>
4				x	x	x	x					x	x	x	x	s <sub>3</sub>
8								x	x	x	x	x	x	x	x	s <sub>4</sub>

	1	2	3	4	5	6	7	
2 <sup>x</sup>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	i <sub>1</sub>	r <sub>3</sub>	i <sub>2</sub>	i <sub>3</sub>	i <sub>4</sub>	S
1	x		x		x		x	s <sub>1</sub>
2		x	x			x	x	s <sub>2</sub>
4				x	x	x	x	s <sub>3</sub>

### №1 - 49

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

$$S_1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0, S_2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0,$$

$$S_3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1.$$

Тогда  $S = (S_1, S_2, S_3) = 001 \Rightarrow$  ошибка в r3  $\Rightarrow$  правильное сообщение: 1011.

### №2 - 86

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

$$S_1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1, S_2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1,$$

$$S_3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1.$$

Тогда  $S = (S_1, S_2, S_3) = 111 \Rightarrow$  ошибка в  $i4 \Rightarrow$  правильное сообщение:0111.

### №3 - 11

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

$$S_1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0, S_2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1,$$

$$S_3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1.$$

Тогда  $S = (S_1, S_2, S_3) = 011 \Rightarrow$  ошибка в  $i3 \Rightarrow$  правильное сообщение:1010.

### №4 - 78

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

$$S_1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1, S_2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1,$$

$$S_3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0.$$

Тогда  $S = (S_1, S_2, S_3) = 110 \Rightarrow$  ошибка в  $i1 \Rightarrow$  правильное сообщение:1101.

### №5 - 67

r1	r2	i1	e3	i2	i3	i4	r4	i5	i6	i7	i8	i9	i10	i11
0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0

$$S_1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 \oplus i5 \oplus i7 \oplus i9 \oplus i11 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0, S_2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus$$

$$i4 \oplus i6 \oplus i7 \oplus i10 \oplus i11 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1, S_3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 \oplus i8 \oplus i9 \oplus i10 \oplus i11 =$$

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1, S_4 = r4 \oplus i5 \oplus i6 \oplus i7 \oplus i8 \oplus i9 \oplus i10 \oplus i11 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1.$$

Тогда  $S = (S_1, S_2, S_3, S_4) = 0111 \Rightarrow$  ошибка в  $i10 \Rightarrow$  правильное сообщение:11000110110.

$$\text{№6} - ((49+86+11+78+67)*4)=1164$$

В сообщении 1164 информационных разряда. Пусть будет  $r$  проверочных разрядов, а всего в сообщении  $2^r - 1$  бит. Информационных бит  $i = 2^r - r - 1$ .

Тогда для  $2^{r-1} - r < 1164 \leq 2^r - r - 1$  найдем подходящее  $r$ . Отсюда  $r = 11$ . Отсюда, коэффициент избыточности:  $\frac{r}{r+i} = \frac{11}{(1164+11)} \approx 0.009$ .

## Вывод

В процессе выполнения лабораторной я узнал много подробностей про код Хэмминга, научился его анализировать. Я также узнал про синтез помехоустойчивого кода.