

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский  
Университет ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №2  
“Синтез помехоустойчивого кода”  
По дисциплине  
“Информатика”  
Вариант 35

Выполнил:

Студент группы Р3117

Пономарёв М. И.

Преподаватель:

Машина Е. А.



## Оглавление

Задание.....	3
Основные этапы вычисления.....	4
Вывод.....	8

### 2.1 Порядок выполнения работы

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 = 12**3**4**5**6, 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 выдаст правильное сообщение (только информационные биты) и указывает бит с ошибкой при его наличии.

## Основные этапы вычисления

1)

- $n_1 = 31$

$$31_{10} = 0011111_2$$

	1	2	3	4	5	6	7	
Полученное сообщение	0	0	1	1	1	1	1	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	S
1	X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X	$s_3$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

В данном сообщении имеется ошибка в бите №3 или же в информационном бите №1.

Исправленное сообщение будет выглядеть следующим образом:

$$15_{10} \text{ или } 0001111_2$$

- $n_2 = 58$

$$58_{10} = 0111010_2$$

	1	2	3	4	5	6	7	
Полученное сообщение	0	1	1	1	0	1	0	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	S
1	X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X	$s_3$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

В данном сообщении имеется ошибка в бите №3 или же в информационном бите №1.

Исправленное сообщение будет выглядеть следующим образом:

$42_{10}$  или  $0101010_2$

- $n_3 = 85$   
 $85_{10} = 1010101_2$

	1	2	3	4	5	6	7	
Полученное сообщение	1	0	1	0	1	0	1	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	S
1	X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X	$s_3$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

В данном сообщении синдром  $S = 0$ , а значит ошибок в сообщении нет

- $n_4 = 112$   
 $112_{10} = 1110000_2$

	1	2	3	4	5	6	7	
Полученное сообщение	1	1	1	0	0	0	0	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	S
1	X		X		X		X	$s_1$
2		X	X			X	X	$s_2$
4				X	X	X	X	$s_3$

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

В данном сообщении синдром  $S = 0$ , а значит ошибок в сообщении нет

2)  $n_1 = 36$

$$36_{10} = 000000000100100_2$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Полученное сообщение	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
$2^x$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	$r_4$	$i_5$	$i_6$	$i_7$	$i_8$	$i_9$	$i_{10}$	$i_{11}$	S
1	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	$s_4$

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

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

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

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

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

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

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

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

В данном сообщении имеется ошибка в бите №7 или же в информационном бите №4.

Исправленное сообщение будет выглядеть следующим образом:

$$548_{10} \text{ или } 000000100100100_2$$

3)  $n_1 = (31 + 58 + 85 + 112 + 36) * 4 = 1288$

$n_1$  – число информационных разрядов в сообщении.

Необходимо найти минимальное число проверочных разрядов и коэффициент избыточности:

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

$$r \geq \log_2(r + 1289)$$

Минимальное целое  $r$  при котором данное равенство выполняется равно 11

Коэффициент избыточности равен  $\frac{r}{r+i} = \frac{11}{11+1288} \approx 0.0085$

4) Программа на языке “python” демонстрирующая работу кода Хэмминга:

```
n = input()

if len(n) != 7 or n.count('0') + n.count('1') != 7:
    print("Неверный ввод!")
    exit(0)

def xor2(a, b):
    return (a or b) and (not (a and b))

def xor(*args):
    ans = 0
    for i in args:
        ans = xor2(ans, i)
    return int(ans)

r1 = int(n[0])
r2 = int(n[1])
i1 = int(n[2])
r3 = int(n[3])
i2 = int(n[4])
i3 = int(n[5])
i4 = int(n[6])

s1 = xor(r1, i1, i2, i4)
s2 = xor(r2, i1, i2, i4)
s3 = xor(r3, i2, i3, i4)
if not (s1 or s2 or s3):
    print("Ошибка в сообщении нет")
    print(f"Итоговое сообщение выглядит так: {i1}{i2}{i3}{i4}")
else:
    num = s1 + s2 * 2 + s3 * 4
    if num == 3:
        i1 = xor(i1, 1)
    elif num == 5:
        i2 = xor(i2, 1)
    elif num == 6:
        i3 = xor(i3, 1)
    elif num == 7:
        i4 = xor(i4, 1)
    print(f"Ошибка в сообщении была в бите номер {num}")
    print(f"Итоговое сообщение выглядит так: {i1}{i2}{i3}{i4}")
```

## Вывод

В ходе данной лабораторной работы я познакомился с кодом Хэмминга и применил его на практике