

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной техники

**Информатика**

**Лабораторная работа №2**

**Вариант №367081=78**

Выполнил:

*Барсуков Максим Андреевич*

*Группа Р3115*

Преподаватели:

*Балакшин Б. В.*

*Малышева Т. А.*

Оглавление

Задание..... 3

Основные этапы вычисления ..... 3

1. Задание 1 – №85 ..... 3

2. Задание 2 – №97 ..... 4

3. Задание 3 – №22 ..... 4

4. Задание 4 – №10 ..... 4

5. Задание 5 – №77 ..... 5

6. Задание 6 – №  $((85 + 97 + 22 + 10 + 77) * 4 = 1164)$  ..... 5

7. Задание 7 ..... 5

Вывод..... 6

Список литературы ..... 6

## 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 = 367081, то вариант = 78.
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 15-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 выдает правильное сообщение (только информационные биты) и указывает бит с ошибкой при его наличии.

## Основные этапы вычисления

### 1. Задание 1 – №85

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

$$s1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

	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>

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 110 \Rightarrow \text{ошибка в символе } i_1$$

Правильное сообщение: 1110

## 2. Задание 2 – №97

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

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

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

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

	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>

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 110 \Rightarrow \text{ошибка в символе } i_1$$

Правильное сообщение: 0110

## 3. Задание 3 – №22

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

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

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

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

	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>

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 011 \Rightarrow \text{ошибка в символе } i_3$$

Правильное сообщение: 0011

## 4. Задание 4 – №10

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

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

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

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

	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>

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 010 \Rightarrow \text{ошибка в символе } r_2$$

Правильное сообщение: 1000

## 5. Задание 5 – №77

r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	r4	i5	i6	i7	i8	i9	i10	i11
0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0

$$s_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$s_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$s_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$s_4 = r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

	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>

$s = (s_1, s_2, s_3, s_4) = 1010 \Rightarrow$  ошибка в символе  $i_2$

Правильное сообщение: 10001010100

## 6. Задание 6 – № ((85 + 97 + 22 + 10 + 77) \* 4 = 1164)

Информационных разрядов в передаваемом сообщении: 1164

Пусть будет  $r$  проверочных разрядов. Тогда всего бит в сообщении:  $2^r - 1$ , а информационных бит (т.е. разрядов)  $2^r - r - 1$ . Найдем  $r$  такое, что  $2^{r-1} - (r - 1) - 1 < 1164 \leq 2^r - r - 1$

Подходит  $r = 11$ :

$$2^{11} - 11 - 1 = 2036 > 1164 > 1013 = 2^{10} - 10 - 1$$

Значит, коэффициент избыточности  $= r / (i + r) = 11 / (1164 + 11) \approx 0,0093617$

Ответ:  $r = 11$ , коэффициент избыточности  $\approx 0,0093617$

## 7. Задание 7

Ссылка: <https://pastebin.com/eFzpezUK>

```
def validate_input(string):
    if bool(set(string) - {'1', '0'}) or len(string) != 7:
        print('Введённая строка должна быть набором из 7 цифр "0" и "1".')
        exit(1)

def input_to_bits(string):
    return list(map(int, list(string)))

def syndrome(arr):
    s1 = (arr[0] + arr[2] + arr[4] + arr[6]) % 2
    s2 = (arr[1] + arr[2] + arr[5] + arr[6]) % 2
    s3 = (arr[3] + arr[4] + arr[5] + arr[6]) % 2
    return (s1, s2, s3)

def has_error(arr):
    return syndrome(arr) != (0, 0, 0)

def error_index(arr):
    return int(''.join(map(str, syndrome(arr)[::-1])), 2)

def error_symbol(arr):
    return { 1: 'r1', 2: 'r2', 3: 'i1', 4: 'r3', 5: 'i2', 6: 'i3', 7: 'i4' }[error_index(arr)]

def inf_bits(arr):
    return [arr[2], arr[4], arr[5], arr[6]]
```

```

def make_result_message(bits):
    return ''.join(map(str, bits))

def fixed_message(arr):
    if not has_error(arr) or error_symbol(arr)[0] == 'r':
        return make_result_message(inf_bits(arr))

    ind = int(error_symbol(arr)[1]) - 1
    result = inf_bits(arr)
    result[ind] = (result[ind] + 1) % 2
    return make_result_message(result)

inp = input('Введите набор из 7 цифр «0» и «1», записанных подряд: ')
validate_input(inp)

bits = input_to_bits(inp)
if has_error(bits):
    print(f'> В сообщении ошибка!\nОшибка в символе {error_symbol(bits)}')
else:
    print('> В сообщении нет ошибок!')

print(f'Правильное сообщение: {fixed_message(bits)}')

```

## Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы я научился работать с кодом Хэмминга, что-то написал на питоне (давно этого не делал), научился вставлять в Word-файл код с подсветкой синтаксиса.

## Список литературы

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