

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет ИТМО»  
Факультет Программной Инженерии и Компьютерной  
Техники**



**Вариант №16  
Лабораторная работа №2  
по дисциплине  
Информатика**

**Выполнил Студент группы Р3115  
Владимир Мацюк  
Преподаватель:  
Малышева Татьяна Алексеевна**

**г. Санкт-Петербург  
2022г.**

## Текст задания

1. На основании номера варианта задания выбрать набор из 4 полученных сообщений в виде последовательности 7-символьного кода. 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.

№59 Message: 0010100

	1	2	3	4	5	6	7	
Message	0	0	1	0	1	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	$s_3$

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

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

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

Error at  $Message[6] = i_3$ .

Corrected: 0010110

2. №51 Message: 1010011

	1	2	3	4	5	6	7	
Message	1	0	1	0	0	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	$s_3$

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

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

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

Error at  $Message[3] = i_1$ .

Corrected: 1010101

3. №73 Message: 1000011

	1	2	3	4	5	6	7	
Message	0	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	$s_3$

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

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

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

Error at  $Message[1] = r_1$ .

Corrected: 1010101

4. №95 Message: 1011110

	1	2	3	4	5	6	7	
Message	1	0	1	1	1	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	$s_3$

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

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

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

Error at  $Message[5] = i_2$ .

Corrected: 1011010

5. На основании номера варианта задания выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 11-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.

№17 Message: 011000100010001

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

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

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

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

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

Error at  $Message[2] = r_2$ .

Corrected: 001000100010001

6. 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.

$$m = (59 + 51 + 73 + 95 + 17) \cdot 4 = 1180$$

$$\left. \begin{array}{l} m = 1180 \\ r \geq \log_2(r + m + 1) \end{array} \right\} \Rightarrow r = 11$$

$$\frac{11}{11 + 1180} \approx 0.00923$$

7. 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.

```

1 use regex::Regex;
2 use std::io::stdin;
3
4 fn main() {
5     let size = 8;
6
7     loop {
8         println!("Enter binary string of length {}: ", size - 1);
9         let mut s = String::new();
10        stdin().read_line(&mut s).unwrap();
11        s = s.trim().to_string();
12
13        if !Regex::new(format!("^[01]{{{}}}$", size - 1).as_str())
14            .unwrap()
15            .is_match(&s)
16        {
17            println!("Invalid string (\n");
18            continue;
19        }
20
21        let mut v = s
22            .chars()
23            .map(|ch| ch.to_digit(2).unwrap() == 1)
24            .collect::<Vec<_>>();
25        v.insert(0, false);
26
27        let err = v
28            .iter()
29            .cloned()
30            .enumerate()
31            .filter_map(|(idx, bit)| bit.then(|| idx))
32            .reduce(|a, b| a ^ b)
33            .unwrap_or_else(|| 0);
34
35        if err == 0 {
36            print!("No error detected! Message: ");
37        } else {
38            v[err] ^= true;
39            print!(
40                "Error at position {} found and corrected: ",
41                match err.count_ones() {
42                    0 => format!("_"),
43                    1 => format!("r{}", err.trailing_zeros() + 1),
44                    _ => format!("i{}", err - (err as f64).log2().ceil() as
45                        ↳ usize),
46                }
47            );
48
49            println!(
50                "{}\n",
51                v.iter()
52                    .enumerate()
53                    .filter_map(|(idx, x)| (idx.count_ones() > 1).then(|| (*x as
54                        ↳ i32).to_string()))
55                    .collect::<String>()
56            );
57        }
58    }
59 }

```

## Вывод

Я ознакомился со способами коррекции ошибок и написал программу, которая исправляет ошибки в сообщениях.