

Университет ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники  
Образовательная программа системное и прикладное  
программное обеспечение

Лабораторная работа №2  
По дисциплине "Информатика"  
Вариант 465826 = 52

Выполнил студент группы Р3109  
Евграфов Артём Андреевич  
Проверил:  
Рыбаков Степан Дмитриевич

Санкт-Петербург 2024

# Содержание

<b>1. Задание</b> . . . . .	<b>2</b>
<b>2. Основные этапы вычисления</b> . . . . .	<b>2</b>
2.1. Задание 1 - №37 . . . . .	2
2.2. Задание 2 - №69 . . . . .	3
2.3. Задание 3 - №101 . . . . .	3
2.4. Задание 4 - №21 . . . . .	3
2.5. Задание 5 - №52 . . . . .	4
2.6. Задание 6 - №1120 . . . . .	4
2.7. Задание 7 . . . . .	4
<b>3. Вывод</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>4. Список использованных источников</b> . . . . .	<b>5</b>

# 1. 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.

## 2. Основные этапы вычисления

### 2.1. Задание 1 - №37

$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
0	0	0	0	1	1	0

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

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

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

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

$$s = (s_1, s_2, s_3) = 100 \Rightarrow \text{ошибка в символе } i_1$$

Правильное сообщение: 1110.

## 2.2. Задание 2 - №69

$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
1	1	1	0	1	0	0

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

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

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

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

$s = (s_1, s_2, s_3) = 101 \Rightarrow$  ошибка в символе  $i_2$   
Правильное сообщение: 1000.

## 2.3. Задание 3 - №101

$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
0	0	1	1	1	1	1

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

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

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

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

$s = (s_1, s_2, s_3) = 110 \Rightarrow$  ошибка в символе  $i_1$   
Правильное сообщение: 0111.

## 2.4. Задание 4 - №21

$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
0	1	1	1	0	0	1

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

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

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

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

$s = (s_1, s_2, s_3) = 010 \Rightarrow$  ошибка в символе  $r_2$   
Правильное сообщение: 1001.

## 2.5. Задание 5 - №52

$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	$r_4$	$i_5$	$i_6$	$i_7$	$i_8$	$i_9$	$i_{10}$	$i_{11}$
0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1

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

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

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

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

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

$s = (s_1, s_2, s_3, s_4) = 1101 \Rightarrow$  ошибка в символе  $i_7$

Правильное сообщение: 00111010011.

## 2.6. Задание 6 - №1120

$(37 + 69 + 101 + 21 + 52) \cdot 4 = 1120$  - число информационных разрядов (битов) в принимаемом сообщении. Вычислим минимальное число  $r$  контрольных разрядов по формуле  $2^r \geq r + i + 1$ , где  $i$  - число информационных битов.

$2^r \geq r + 1121$ . Заметим, что минимальное  $r$ , удовлетворяющее условию - **11**. Вычислим коэффициент избыточности  $k$ :

$$k = \frac{r}{r+i} = \frac{11}{11+1120} = \frac{11}{1131} \approx 0.00972590627.$$

## 2.7. Задание 7

```

1 import java.util.Scanner;
2
3 public class Hamming {
4     private final byte[] chars = new byte[7];
5     private final String[] symbols = {"r1", "r2", "i1",
6     "r3", "i2", "i3", "i4"};
7     private final byte s1;
8     private final byte s2;
9     private final byte s3;
10    private final String index;
11    private final int SysIndex;
12
13    Hamming(String nums) {
14        for (int i = 0; i <= 6; i++) {
15            chars[i] = (byte) (nums.charAt(i) - '0');
16        }
17        s1 = (byte) (chars[0] ^ chars[2] ^ chars[4] ^ chars[6]);
18        s2 = (byte) (chars[1] ^ chars[2] ^ chars[5] ^ chars[6]);
19        s3 = (byte) (chars[3] ^ chars[4] ^ chars[5] ^ chars[6]);
20        index = Byte.toString(s1) + s2 + s3;
21        SysIndex = (index.charAt(0) - '0') +
22        (index.charAt(1) - '0') * 2 + (index.charAt(2) - '0') * 4;
23    }
24
25    void PrintIndex() {
26        if (SysIndex == 0) {
27            System.out.println("No errors");

```

```

28         } else {
29             System.out.println("Wrong bit is " + symbols[SysIndex - 1]);
30         }
31     }
32
33     void PrintCorrectly() {
34         if (SysIndex == 0) {
35             System.out.println("The message is correct");
36         } else {
37             chars[SysIndex - 1] = (byte) (1 - chars[SysIndex - 1]);
38             System.out.println("Correct message is: "
39                 chars[2] + chars[4] + chars[5] + chars[6]);
40         }
41     }
42
43     public static void main(String[] args) {
44         Scanner console = new Scanner(System.in);
45         String name = console.nextLine();
46         Hamming m = new Hamming(name);
47         m.PrintCorrectly();
48         m.PrintIndex();
49     }
50 }

```

Листинг 1: Исходный код программы

### 3. Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы я разобрался в работе кода Хэмминга, улучшил навыки программирования на новом для меня языке Java, научился создавать таблицы на языке вёрстки  $\text{\LaTeX}$ .

### 4. Список использованных источников

1. AGalilov (название YouTube канала), Код Хэмминга. Самоконтролирующийся и самокорректирующийся код. – URL: <https://youtu.be/QsBYshN5idw?si=iddXwSZEYuyY0KgW>.
2. П.В. Балакшин, В.В. Соснин, И.В. Калинин, Т.А. Малышева, С.В. Раков, Н.Г. Рущенко, А.М. Дергачев Информатика: лабораторные работы и тесты [Электронный ресурс]. - URL: [https://t.me/balakshin\\_students](https://t.me/balakshin_students).