

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

“ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО”

Факультет программной инженерии и компьютерной техники (ПИКТ)

Направление подготовки (специальность) – 09.03.04 (Нейротехнологии и
программная инженерия)

Информатика

Лабораторная работа № 2

Вариант: 57

Выполнил

студент

Немыкин Ярослав Алексеевич

Группа № Р3122

Преподаватель: Болдырева Елена Александровна

г. Санкт-Петербург

2024 г.

Оглавление

Задание:.....	3
Отчет:.....	3
Схемы декодирования кода Хэмминга.....	3
<i>Задание 1</i>	4
<i>Задание 2</i>	5
<i>Задание 3</i>	5
<i>Задание 4</i>	6
<i>Задание 5</i>	6
<i>Задание 6</i>	7
<i>Задание 7</i>	8
<i>Код программы</i>	8
<i>Работа программы</i>	9
Вывод:.....	9
Список литературы:.....	9

Задание:

1. На основании номера варианта задания выбрать набор из 4 полученных сообщений в виде последовательности 7-символьного кода.
2. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4).
3. Показать, исходя из выбранных вариантов сообщений, имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие. Подробно прокомментировать и записать правильное сообщение.
4. На основании номера варианта задания выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 11-символьного кода.
5. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11).
6. Показать, исходя из выбранного варианта сообщений, имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие. Подробно прокомментировать и записать правильное сообщение.
7. 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.
8. Необязательное задание. 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.

Отчет:

Схемы декодирования кода Хэмминга

Схема декодирования кода Хэмминга (7,4) будет использована для решения 1 — 4, 7 заданий.

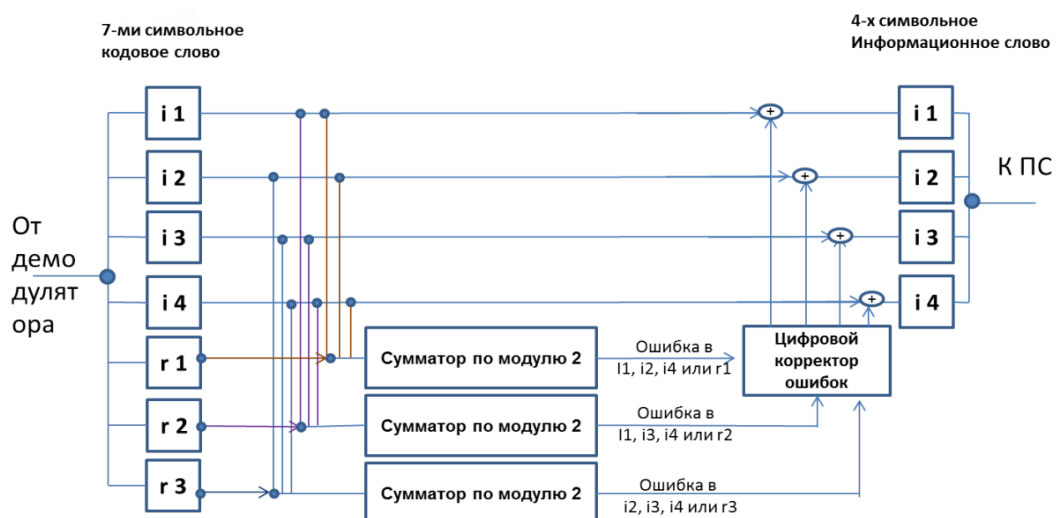


Рис. 1. Схема декодирования кода Хэмминга (7,4)

Схема декодирования кода Хэмминга (15,11) будет использована для решения 5 задания.

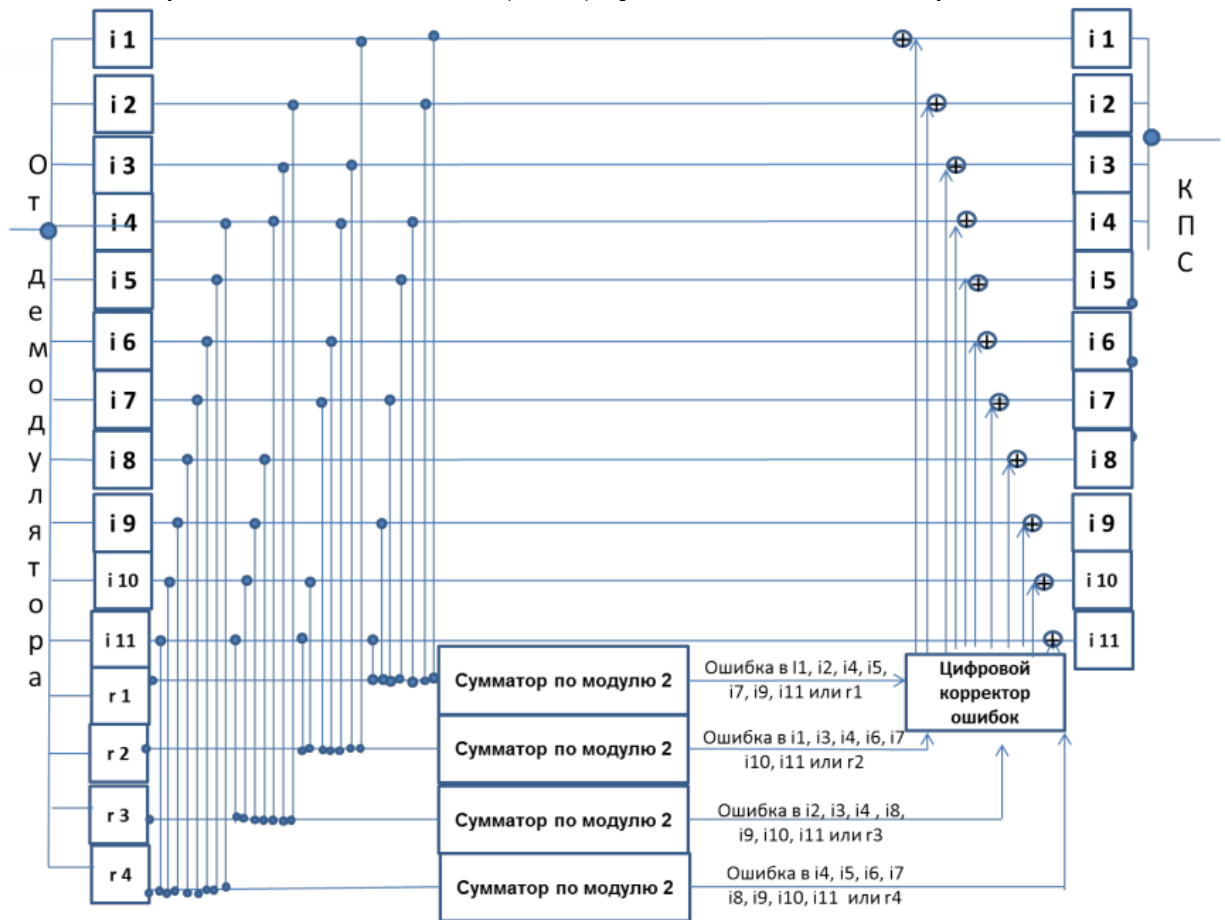


Рис. 2. Схема декодирования кода Хэмминга (15,11)

Задание 1

Необходимо проанализировать сообщение «1111010». И показать, есть ли в нем ошибки и где. Ход решения и таблица Хэмминга(7;4) показан на рис. 3. В сообщении содержится ошибка в бите № 2. Правильное сообщение - «1011010».

	1	2	3	4	5	6	7
	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4
42:	1	1	1	1	0	1	0
S_1	X		X		X		X
S_2		X	X			X	X
S_3				X	X	X	X

ошибки в бите r_2
сообщение: 1011010

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0$$

Рис. 3. Задание 1

Задание 2

Необходимо проанализировать сообщение «0011101». И показать, есть ли в нем ошибки и где. Ход решения и таблица Хэмминга(7;4) показан на рис. 4. В сообщении содержится ошибка в бите № 5. Правильное сообщение - «0011001».

	1	2	3	4	5	6	7
	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4
44:	0	0	1	1	1	0	1
S_1	X		X		X		X
S_2		X	X			X	X
S_3				X	X	X	X

ошибки в бите r_5
сообщение: 0011001

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 1$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1$$

Рис. 4. Задание 2

Задание 3

Необходимо проанализировать сообщение «1000111». И показать, есть ли в нем ошибки и где. Ход решения и таблица Хэмминга(7;4) показан на рис. 5. В сообщении содержится ошибка в бите № 5. Правильное сообщение - «1000011».

	1	2	3	4	5	6	7	
106:	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	
	1	0	0	0	1	1	1	
S_1	X		X		X		X	$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 1$
S_2		X	X			X	X	$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0$
S_3				X	X	X	X	$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1$

ошибка в бите № 5
сообщение: 1000011

Рис. 5. Задание 3

Задание 4

Необходимо проанализировать сообщение «1100001». И показать, есть ли в нем ошибки и где. Ход решения и таблица Хэмминга(7;4) показан на рис. 6. В сообщении содержится ошибка в бите № 4. Правильное сообщение - «1101001».

	1	2	3	4	5	6	7	
26:	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	
	1	1	0	0	0	0	1	
S_1	X		X		X		X	$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 0$
S_2		X	X			X	X	$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 0$
S_3				X	X	X	X	$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1$

ошибка в бите № 4
сообщение: 1101001

Рис. 6. Задание 4

Задание 5

Необходимо проанализировать сообщение «010001111100011». И показать, есть ли в нем ошибки и где. Ход решения и таблица Хэмминга(15;11) показан на рис. 7. В сообщении содержится ошибка в бите № 9. Правильное сообщение - «010001110100011».

1.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
62:	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	1	1	1	0	0	0	1	1
S_1	X		X		X		X		X		X		X		X
S_2		X	X			X	X			X	X			X	X
S_3				X	X	X	X					X	X	X	X
S_4								X	X	X	X	X	X	X	X

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 1$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0$$

$$S_4 = r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1$$

Ошибка в бите № 9

сообщение: 010001110100011

Рис. 7. Задание 5

Задание 6

Необходимо рассчитать минимальное количество проверочных битов для сообщения из 1240 информационных разрядов, а также рассчитать коэффициент избыточности сообщения с проверочными битами. (число 1240 было взято исходя из номеров заданий, получено, как сказано в 7 пункте условия заданий). Ход решения и ответ представлены на рис. 6

$$i = (42 + 79 + 106 + 26 + 62) \cdot 4 = 1240$$

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

$$r = 10 \quad 2^{10} < 10 + 1240 + 1$$

$$r = 11 \quad 2^{11} > 11 + 1240 + 1 \Rightarrow \text{минимальное число контрольных разрядов} = 11.$$

$$\text{коэф. избыточности: } \frac{r}{i+r} = \frac{11}{1240+11} \approx 8,8 \cdot 10^{-3}$$

Рис. 8. Задание 6

Задание 7

Необходимо написать программу, 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.

Код программы

```
import java.util.Scanner;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Scanner in = new Scanner(System.in);
        while(true){
            System.out.print("Введите сообщение: ");
            String message = in.nextLine();
            String right_message = check(message);
            System.out.printf("Правильное сообщение: %s\n", right_message);
        }
    }
    static String check(String message){
        String s;
        int r1 = (int) message.charAt(0); // 0 = 48, 1 = 49
        int r2 = (int) message.charAt(1);
        int i1 = (int) message.charAt(2);
        int r3 = (int) message.charAt(3);
        int i2 = (int) message.charAt(4);
        int i3 = (int) message.charAt(5);
        int i4 = (int) message.charAt(6);
        String s1 = String.valueOf((r1+i1+i2+i4) % 2);
        String s2 = String.valueOf((r2+i1+i3+i4) % 2);
        String s3 = String.valueOf((r3+i2+i3+i4) % 2);
        int check = Integer.valueOf(s1+s2+s3, 2);
        s = switch (check) {
            case (4) -> String.format("%d%d%d%d", i1-48, i2-48, i3-48, i4-48)+"\nОшибка в бите 1";
            case (2) -> String.format("%d%d%d%d", i1-48, i2-48, i3-48, i4-48)+"\nОшибка в бите 2";
            case (6) -> String.format("%d%d%d%d", Math.abs(i1-48-1), i2, i3, i4)+"\nОшибка в бите 3";
            case (1) -> String.format("%d%d%d%d", i1-48, i2-48, i3-48, i4-48)+"\nОшибка в бите 4";
            case (5) -> String.format("%d%d%d%d", i1-48, Math.abs(i2-48-1), i3-48, i4-48)+"\nОшибка в бите 5";
            case (3) -> String.format("%d%d%d%d", i1-48, i2-48, Math.abs(i3-48-1), i4-48)+"\nОшибка в бите 6";
            case (7) -> String.format("%d%d%d%d", i1-48, i2-48, i3-48, Math.abs(i4-48-1))+"\nОшибка в бите 7";
            default -> String.format("%d%d%d%d", i1-48, i2-48, i3-48, i4-48)+"\nОшибок нет";
        };
        return s;
    }
}
```

Рис. 9. Код программы

Работа программы

```
Введите сообщение: 1111010
Правильное сообщение:
1010
Ошибка в бите 2
Введите сообщение: 0011101
Правильное сообщение:
1001
Ошибка в бите 5
Введите сообщение: 1100001
Правильное сообщение:
0001
Ошибка в бите 4
Введите сообщение: 1000111
Правильное сообщение:
0011
Ошибка в бите 5
Введите сообщение:
```

Рис. 10. Работа программы

Вывод:

Во время выполнения лабораторной работы я попрактиковался в использовании таблицы Хэмминга для определения ошибок в переданных сообщениях, вспомнил и применил на практике, как вычислять минимальное количество проверочных битов для сообщений и рассчитывать избыточность сообщения с проверочными битами, а также написал программу, которая проверяет сообщения из 7 цифр на основе кода Хэмминга, а затем выдает правильное сообщение и указывает на ошибку в исходном.

Список литературы:

1. Балакшин П.В., Соснин В.В., Машина Е.А. Информатика.– СПб: Университет ИТМО, 2020.– 122 с.
2. Орлов С. А., Цилькер Б. Я. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.: ил.
3. Алексеев Е.Г., Богатырев С.Д. Информатика. Мультимедийный электронный учебник.