

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МЕХАНИКИ И ОПТИКИ
Факультет программной инженерии и компьютерной техники
Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия
Дисциплина «Информатика»

Отчёт

По лабораторной работе №2

Вариант 6 (5*1 + 1)

Выполнил:

Крамарь Михаил
Романович

P3113

Проверила:

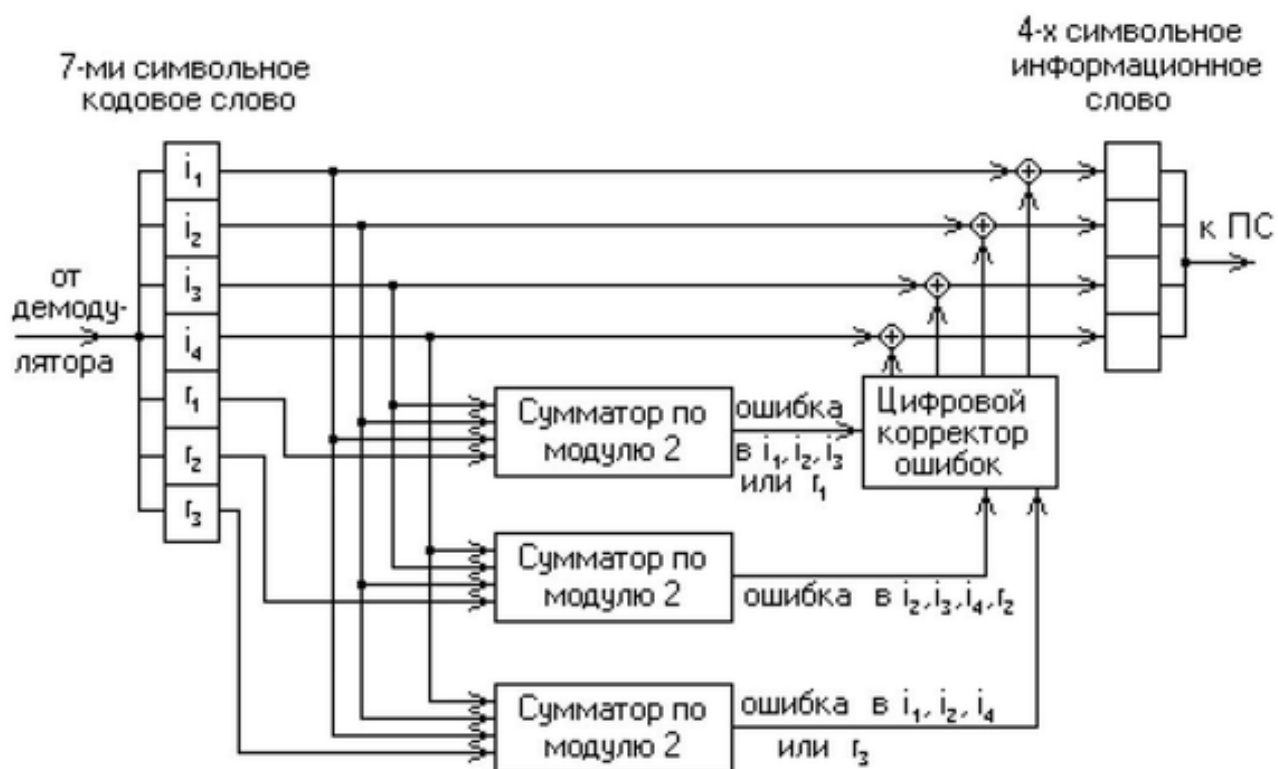
*Авксентьева Елена
Юрьевна, к.п.н., доцент*

Санкт-Петербург 2025 г.

Содержание

Обязательное задание.....	3
<i>Схема декодирования классического кода Хэмминга (7;4)</i>	<i>3</i>
<i>Задание 1.</i>	<i>4</i>
<i>Схема декодирования классического кода Хэмминга (15;11)</i>	<i>6</i>
<i>Задание 2.</i>	<i>7</i>
<i>Число информационных разрядов в передаваемом сообщении.....</i>	<i>8</i>
Дополнительное задание.....	9
Заключение.....	10
Список использованных источников	11

Обязательное задание
Схема декодирования классического кода Хэмминга (7;4)



Задание 1.

Номер 29.

Полученное сообщение: 0000010

номер 29.

1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	1	0
X	X	X	X	X		

— полученное сообщение.

$$S_1 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

Сигнатур ошибок: 110

$110_2 = 6_{10}$ — позиция ошибочного бита

Итак, правильное сообщение: 0000000

исходное сообщение: 0000

1. Ошибка есть.
2. Ошибка в бите под номером 6.
3. Правильное кодовое сообщение: **00000000**
4. Исходное информационное сообщение: **0000**

Номер 41.

Полученное сообщение: 1110010

номер 41.

1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	0	0	1	0
X	X	X	X	X		

— полученное сообщение.

$$S_1 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

Сигнатур: 110

позиция ошибки: $4 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 0 = 6$

Итак, исправленное сообщение: 1110000

исходное: 1000

1. Ошибка есть.
2. Ошибка в бите под номером 6.
3. Правильное кодовое сообщение: **11100000**
4. Исходное информационное сообщение: **1000**

Номер 63.

Полученное сообщение: 0110100

Номер 63.

1	2	3	4	5	6	7
0	1	1	0	1	0	0
x	x	x	x	x	x	x
x	x			x	x	
		x	x	x	x	

— полученное.

$$s_1 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$
$$s_2 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$
$$s_3 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

синдром: 1100

Позиция ошибки: $1 \cdot 2^2 + 0 + 0 = 4$.

Исправленное сообщение: 0111100

Исходное сообщение: 1100

1. Ошибка есть.
2. Ошибка в бите под номером 4.
3. Правильное кодовое сообщение: **0111100**
4. Исходное информационное сообщение: **1100**

Номер 85.

Полученное сообщение: 0000110

Номер 85.

1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	1	1	0
x	x	x	x	x	x	x
x	x			x	x	
		x	x	x	x	

— полученное сообщение.

$$s_1 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$
$$s_2 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$
$$s_3 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

синдром ошибки: 011₂

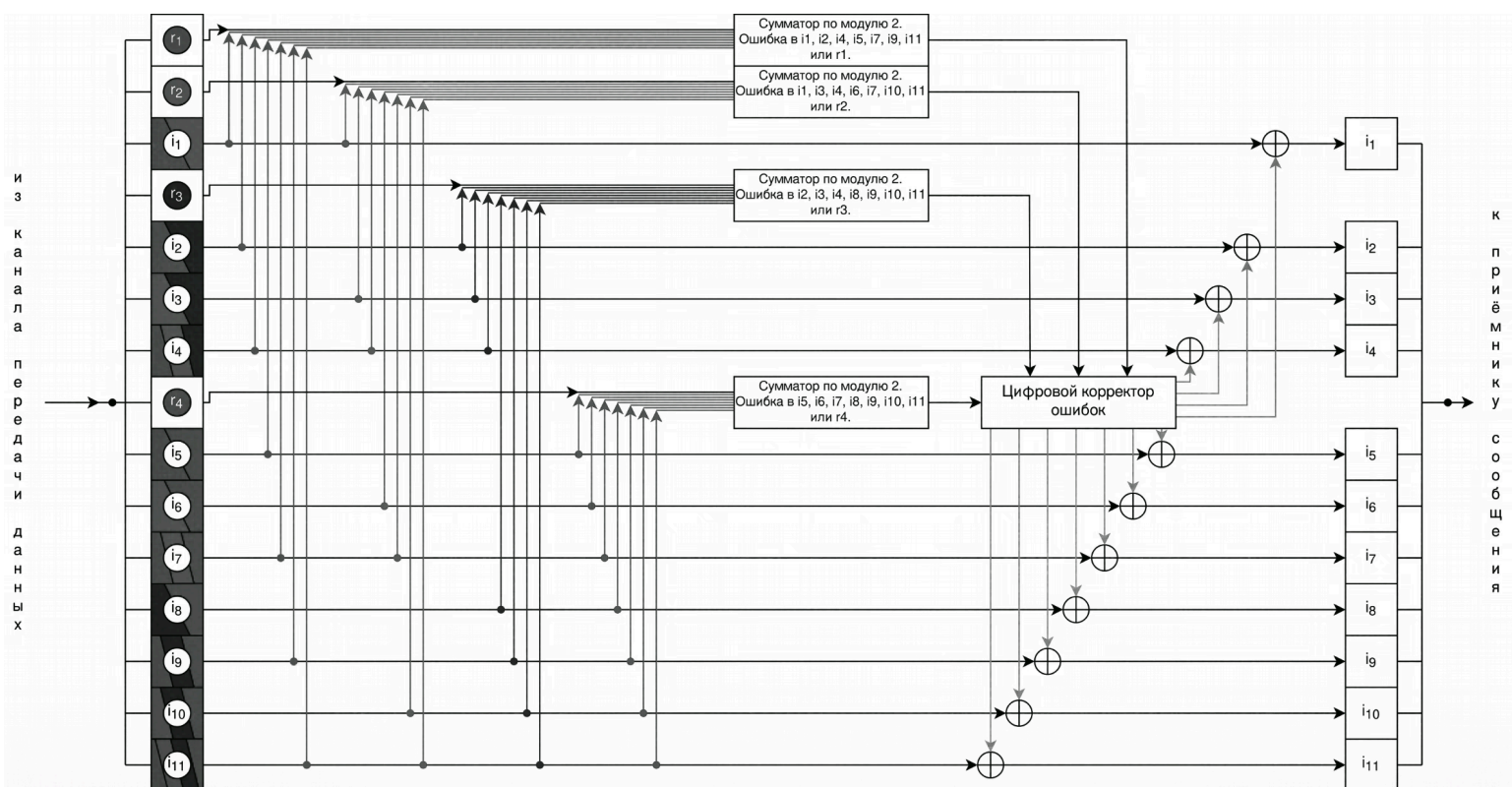
Позиция ошибки дана $011_2 = 3_{10}$

Итак, исправленное сообщение: 0010110

Исходное: 1110

1. Ошибка есть.
2. Ошибка в бите под номером 3.
3. Правильное кодовое сообщение: **0010110**
4. Исходное информационное сообщение: **1110**

Схема декодирования классического кода Хэмминга (15;11)



Задание 2.

Номер 7.

Полученное сообщение: 011100001110000

Задача 7.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Полученное сообщение:	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
S1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S2		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X
S3				X	X	X	X					X	X	X	X
S4							X	X	X	X	X	X	X	X	X

$S1 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$
 $S2 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$
 $S3 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$
 $S4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$

Синдром ошибки: $S4S3S2S1 = 1101_2$
 Позиция ошибочного бита: $1101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 + 1 \cdot 2^0 = 13_{10}$

• Итак, исправленное сообщение: ~~011100001110000~~ **01110001110100**
 • Исходное сообщение: **10001110100**

1. Ошибка есть.
2. Ошибка в бите под номером 13.
3. Правильное кодовое сообщение: **011100001110100**
4. Исходное информационное сообщение: **10001110100**

Число информационных разрядов в передаваемом сообщении

$(29 + 41 + 63 + 85 + 7) \cdot 4 = 900$ - число информационных разрядов в сообщении.

- Коэффициент избыточности: r/n , где r - количество проверочных разрядов, n - общее число разрядов

$n = i + r$, где i - число инф. разрядов, $i = 900$

8. $(29 + 41 + 63 + 85 + 7) \cdot 4 = 900$ - число информационных разрядов в передаваемом сообщении.

! Коэф. избыточности: $\frac{r}{n}$ - провероч.
 n - общ. число.

Максимальная степень двойки, которая помещается в 900: $512 = 2^9$

То есть под проверочные разряды. Степени двойки:

1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512. $9 - 0 + 1 = 10 - (r)$

1) Мин. число проверочных разрядов: 10.

2) Коэф. избыточности: ~~$\frac{r}{n}$~~

$\frac{r}{n}$, где $n = 900 + 10 = 910 \rightarrow \frac{r}{n} = \frac{10}{910} \approx 0,01099$

Ответ: 1) 10; 2) 0,01099

1) Минимальное число проверочных разрядов: 10

2) Коэффициент избыточности: $10/(900 + 10) = 10/910 = 0,01099...$

Ответ: 10; 0,01099

Дополнительное задание

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <vector>
#include <cmath>

//0110100
// ^
// '1' = 110001
// '0' = 110000
// '0' ^ '0' or '1' ^ '1' = 0, все разряды одинаковые => 0
// '0' ^ '1' = 1, отличаются на 1 единицу

int main() {
    std::string a;
    std::cin >> a;
    int s1 = a[0] ^ a[2] ^ a[4] ^ a[6];
    int s2 = a[1] ^ a[2] ^ a[5] ^ a[6];
    int s3 = a[3] ^ a[4] ^ a[5] ^ a[6];
    int position = s3 * 4 + s2 * 2 + s1;
    if (position != 0) {
        a[position - 1] = a[position - 1] == '0' ? '1' : '0';
        std::cout << a[2] << a[4] << a[5] << a[6] << "\n" << "error position: " << position;
    }
    else {
        std::cout << a[2] << a[4] << a[5] << a[6] << "\n" << "No error";
    }
    return 0;
}
```

Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы №2 я познакомился с кодом Хэмминга, изучил алгоритм кодирования и декодирования, научился использовать побитовое исключающее «или» в программе. Теперь я имею представление, что такое самокорректирующийся код и могу узнавать количество ошибок в полученном сообщении и позицию ошибки, если она одна.

Список использованных источников

1. Информатика_2024_2025_Лекция_2.pdf
2. https://worrydream.com/refs/Hamming_1997_-_The_Art_of_Doing_Science_and_Engineering.pdf
3. <https://github.com/b00006/Hamming-code>