

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО  
ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ  
КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**  
**курса «Информатика»**

**Вариант № 54**

Выполнил студент:  
Тюрин Иван Николаевич  
группа: Р3110

Преподаватель:  
Балакшин П. В.,  
Рудникова Т. В.

Санкт-Петербург, 2021 г.

# Содержание

# Лабораторная работа 3

## Синтез помехоустойчивого кода

### 1. Задание варианта № 54

Задание 1:	Вариант	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>
	39	1	1	0	0	0	1	0
	71	0	0	0	0	1	0	1
	3	0	0	1	1	0	0	0
	23	1	0	0	1	0	0	1

Задание 2.	Вариант	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>
	39	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1

Задание 3. Принять число 720 как число информационных разрядов в передаваемом сообщении. Вычислить для данного числа минимальное число проверочных разрядов и коэффициент избыточности.

Задание 4. 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.

## 2. Выполнение задания 1

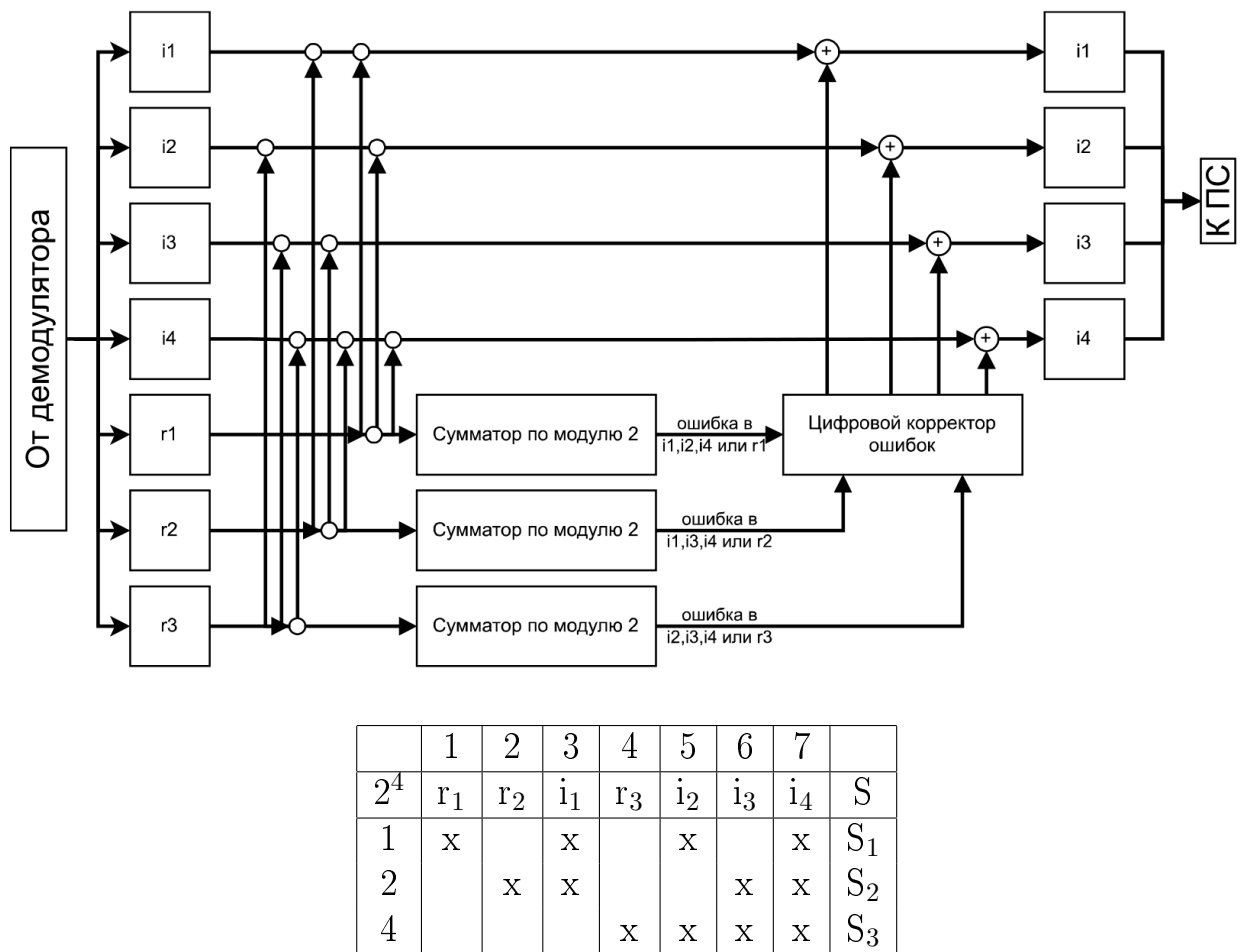


Рис. 1.1: Схема декодирования кода Хэмминга

### 2. 1. Вариант 39

№	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
39	1	1	0	0	0	1	0

Вычислим значение синдрома:

$$S_1 = r_1 \otimes i_1 \otimes i_2 \otimes i_4 = 1 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 0 = 1$$

$$S_2 = r_2 \otimes i_1 \otimes i_3 \otimes i_4 = 1 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 0 = 0$$

$$S_3 = r_3 \otimes i_2 \otimes i_3 \otimes i_4 = 0 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 0 = 1$$

$(S_1, S_2, S_3) = (1, 0, 1)$  — 5 позиция, ошибка в символе  $i_2$

Исходное сообщение: 1100110

## 2. 2. Вариант 71

№	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
71	0	0	0	0	1	0	1

Вычислим значение синдрома:

$$S_1 = r_1 \otimes i_1 \otimes i_2 \otimes i_4 = 0 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 1 = 0$$

$$S_2 = r_2 \otimes i_1 \otimes i_3 \otimes i_4 = 0 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 1 = 1$$

$$S_3 = r_3 \otimes i_2 \otimes i_3 \otimes i_4 = 0 \otimes 1 \otimes 0 \otimes 1 = 0$$

$(S_1, S_2, S_3) = (0, 1, 0)$  — 2 позиция, ошибка в символе  $r_2$

Исходное сообщение: 0100101

## 2. 3. Вариант 3

№	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
3	0	0	1	1	0	0	0

Вычисляем значение синдрома:

$$S_1 = r_1 \otimes i_1 \otimes i_2 \otimes i_4 = 0 \otimes 1 \otimes 0 \otimes 0 = 1$$

$$S_2 = r_2 \otimes i_1 \otimes i_3 \otimes i_4 = 0 \otimes 1 \otimes 0 \otimes 0 = 1$$

$$S_3 = r_3 \otimes i_2 \otimes i_3 \otimes i_4 = 1 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 0 = 1$$

$(S_1, S_2, S_3) = (1, 1, 1)$  — 7 позиция, ошибка в символе  $r_1$

Исходное сообщение: 0011001

## 2. 4. Вариант 23

№	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
23	1	0	0	1	0	0	1

Вычисляем значение синдрома:

$$S_1 = r_1 \otimes i_1 \otimes i_2 \otimes i_4 = 1 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 1 = 0$$

$$S_2 = r_2 \otimes i_1 \otimes i_3 \otimes i_4 = 0 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 1 = 1$$

$$S_3 = r_3 \otimes i_2 \otimes i_3 \otimes i_4 = 1 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 1 = 0$$

$(S_1, S_2, S_3) = (0, 1, 0)$  — 2 позиция, ошибка в символе  $r_2$

Исходное сообщение: 1101001

### 3. Выполнение задания 2

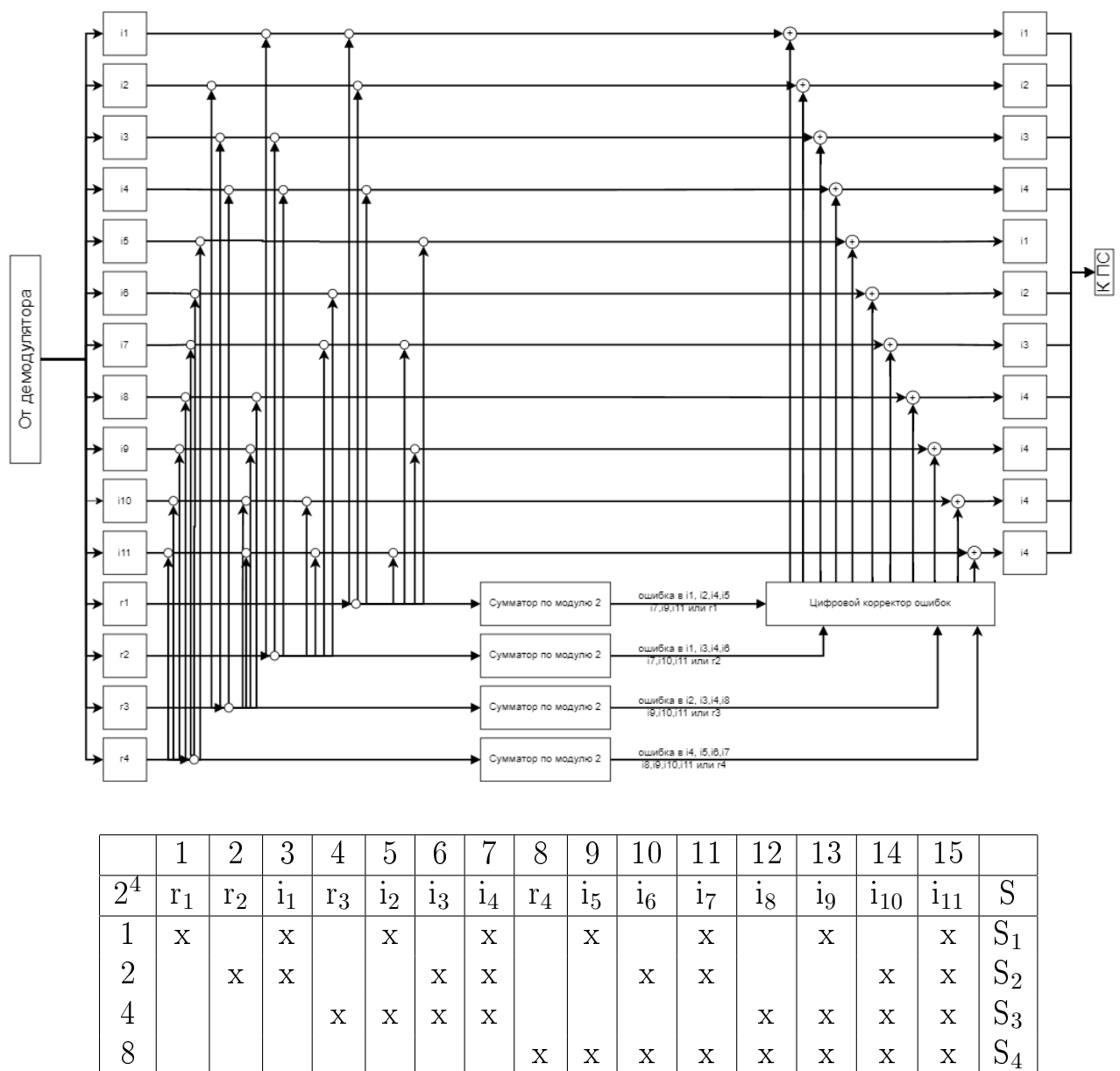


Рис. 1.2: Схема декодирования кода Хэмминга

№	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	$r_4$	$i_5$	$i_6$	$i_7$	$i_8$	$i_9$	$i_{10}$	$i_{11}$
39	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1

Вычисляем значение синдрома:

$$S_1 = r_1 \otimes i_1 \otimes i_2 \otimes i_4 \otimes i_5 \otimes i_7 \otimes i_9 \otimes i_{11} = 0 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 1 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 1 = 1$$

$$S_2 = r_2 \otimes i_1 \otimes i_3 \otimes i_4 \otimes i_6 \otimes i_7 \otimes i_{10} \otimes i_{11} = 1 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 1 \otimes 1 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 1 = 0$$

$$S_3 = r_3 \otimes i_2 \otimes i_3 \otimes i_4 \otimes i_8 \otimes i_9 \otimes i_{10} \otimes i_{11} = 0 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 1 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 1 = 0$$

$$S_4 = r_4 \otimes i_5 \otimes i_6 \otimes i_7 \otimes i_8 \otimes i_9 \otimes i_{10} \otimes i_{11} = 0 \otimes 1 \otimes 1 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 0 \otimes 1 \otimes 1 = 0$$

$(S_1, S_2, S_3, S_4) = (1, 0, 0, 0)$  — ошибка в 1 символе.

Исходное сообщение: 110001101100011

## 4. Выполнение задания 3

Вычислить для числа 720 минимальное число проверочных разрядов и коэффициент избыточности.

По формуле:  $2^r \geq 720 + r + 1$

$r = 9$  :  $512 < 720 + 9 + 1$  — недостаточно;

$r = 10$  :  $1024 > 720 + 10 + 1$  — достаточно.

Количество проверочных разрядов —  $r = 10$

Общее количество бит:  $n = r + i = 10 + 720 = 730$

Коэффициент избыточности:  $k = \frac{r}{n} = \frac{10}{730} \approx 0.0137$

## 5. Выполнение задания 4

Была написана программа на языке программирования Python, 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 выдаёт правильное сообщение (только информационные биты) и указывает бит с ошибкой при его наличии.

Исходный код программы размещен в личном удаленном репозитории. Её исходный код можно найти по ссылке: <https://github.com/elturin/itmo-informatics/blob/main/lab-2/script.py>.

## 6. Вывод

Научился работать с кодом Хэмминга, находить ошибки в сообщении и исправлять их. Узнал, как найти минимальное количество проверочных разрядов и коэффициент избыточности. Написал программу, реализующую код Хэмминга.

# Литература

- [1] Код Хэмминга. Пример работы алгоритма. URL: <https://habr.com/ru/post/140611/>;
- [2] Избыточное кодирование, код Хэмминга. URL: [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%98%D0%B7%D0%B1%D1%8B%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5,\\_%D0%BA%D0%BE%D0%B4\\_%D0%A5%D1%8D%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%98%D0%B7%D0%B1%D1%8B%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5,_%D0%BA%D0%BE%D0%B4_%D0%A5%D1%8D%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0).