

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное Государственное Автономное Образовательное Учреждение
Высшего Образования "Национальный Исследовательский Университет Итмо"

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

“Синтез помехоустойчивого кода”

по дисциплине

“Информатика”

вариант №77

Выполнил:

Студент группы Р3119

Бардин Петр Алексеевич

Преподаватель:

Рыбаков Степан Дмитриевич

Санкт-Петербург

2022

Содержание

Задание	2
Основные этапы вычисления	3
Задание 1	3
Задание 2	3
Задание 3	4
Задание 4	4
Задание 5	5
Задание 6	6
Задание 7	7
Задание 8	7
Вывод	8
Библиография	9

Задание

1. Выбрать набор из 4 полученных сообщений в виде последовательности 7-символьного кода.
2. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4), которую представить в отчете в виде изображения.
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. Выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 11-символьного кода
5. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11), которую представить в отчете в виде изображения
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. 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.

#77

№	Задание №	Код
1	59	0 0 1 0 1 0 0
2	96	1 1 0 1 1 1 0
3	21	0 1 1 1 0 0 1
4	10	1 0 1 0 0 0 0
5	76	0 0 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0

Задание №7:

$$(59 + 96 + 21 + 10 + 76) * 4 = 1048$$

Основные этапы вычисления

Исходный код программы размещен в системе контроля версий Git на сервисе Github.
https://github.com/BardinPetr/itmo-labs/tree/main/informatics/year_1/lab_2

Задание 1

Схема декодирования классического кода Хэмминга (7;4) изображена на рисунке 1.

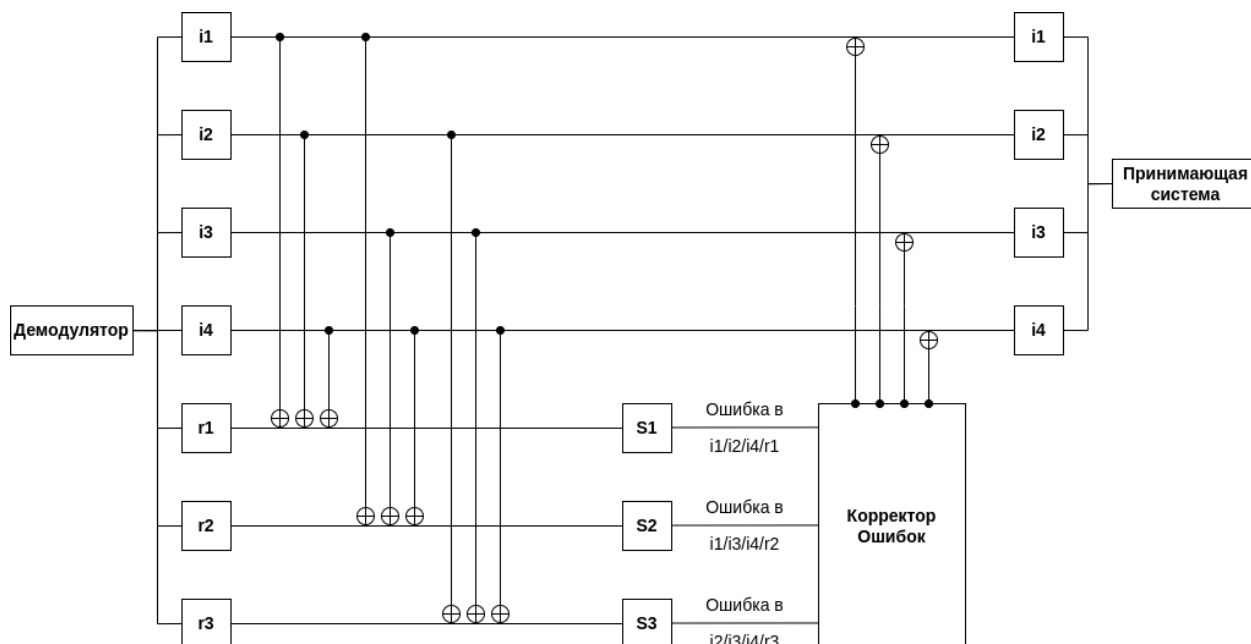


Рис. 1 - Декодер кода Хэмминга (7;4)

Задание 2

Исходное сообщение $A = 0010100_2$

Количество бит: информационных - 4, коррекции - 3

№	0	1	2	3	4	5	6
T	r_0	r_1	i_2	r_3	i_4	i_5	i_6
A	0	0	1	0	1	0	0
S_0	X		X		X		X
S_1		X	X			X	X
S_2				X	X	X	X

Биты коррекции: A_0, A_1, A_3

Биты информации: A_2, A_4, A_5, A_6

Синдром S

$$S_0 = A_0 \oplus A_2 \oplus A_4 \oplus A_6 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_1 = A_1 \oplus A_2 \oplus A_5 \oplus A_6 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_2 = A_3 \oplus A_4 \oplus A_5 \oplus A_6 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$110_2 = 6$$

Ошибка в бите 5: 0 вместо 1

Исправленное сообщение $B = 0010110_2$

Содержание сообщения: $I = B_2 B_4 B_5 B_6 = 1110_2$

Задание 3

Исходное сообщение $A=1101110_2$

Количество бит: информационных - 4, коррекции - 3

№	0	1	2	3	4	5	6
T	r_0	r_1	i_2	r_3	i_4	i_5	i_6
A	1	1	0	1	1	1	0
S_0	X		X		X		X
S_1		X	X			X	X
S_2				X	X	X	X

Биты коррекции: A_0, A_1, A_3

Биты информации: A_2, A_4, A_5, A_6

Синдром S

$$S_0 = A_0 \oplus A_2 \oplus A_4 \oplus A_6 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_1 = A_1 \oplus A_2 \oplus A_5 \oplus A_6 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = A_3 \oplus A_4 \oplus A_5 \oplus A_6 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$100_2 = 4$$

Ошибка в бите 3: 1 вместо 0

Исправленное сообщение $B = 1100110_2$

Содержание сообщения: $I = B_2 B_4 B_5 B_6 = 0110_2$

Задание 4

Исходное сообщение $A=0111001_2$

Количество бит: информационных - 4, коррекции - 3

№	0	1	2	3	4	5	6
T	r_0	r_1	i_2	r_3	i_4	i_5	i_6
A	0	1	1	1	0	0	1
S_0	X		X		X		X
S_1		X	X			X	X
S_2				X	X	X	X

Биты коррекции: A_0, A_1, A_3

Биты информации: A_2, A_4, A_5, A_6

Синдром S

$$S_0 = A_0 \oplus A_2 \oplus A_4 \oplus A_6 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$S_1 = A_1 \oplus A_2 \oplus A_5 \oplus A_6 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$S_2 = A_3 \oplus A_4 \oplus A_5 \oplus A_6 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$010_2 = 2$$

Ошибка в бите 1: 1 вместо 0

Исправленное сообщение $B = 0011001_2$

Содержание сообщения: $I = B_2 B_4 B_5 B_6 = 1001_2$

Задание 5

Исходное сообщение $A=1010000_2$

Количество бит: информационных - 4, коррекции - 3

№ 0 1 2 3 4 5 6

T r₀ r₁ i₂ r₃ i₄ i₅ i₆

A 1 0 1 0 0 0 0

S₀ X X X X

S₁ X X X X

S₂ X X X X

Биты коррекции: A₀, A₁, A₃

Биты информации: A₂, A₄, A₅, A₆

Синдром S

$$S_0 = A_0 \oplus A_2 \oplus A_4 \oplus A_6 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$S_1 = A_1 \oplus A_2 \oplus A_5 \oplus A_6 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_2 = A_3 \oplus A_4 \oplus A_5 \oplus A_6 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$$

$$010_2 = 2$$

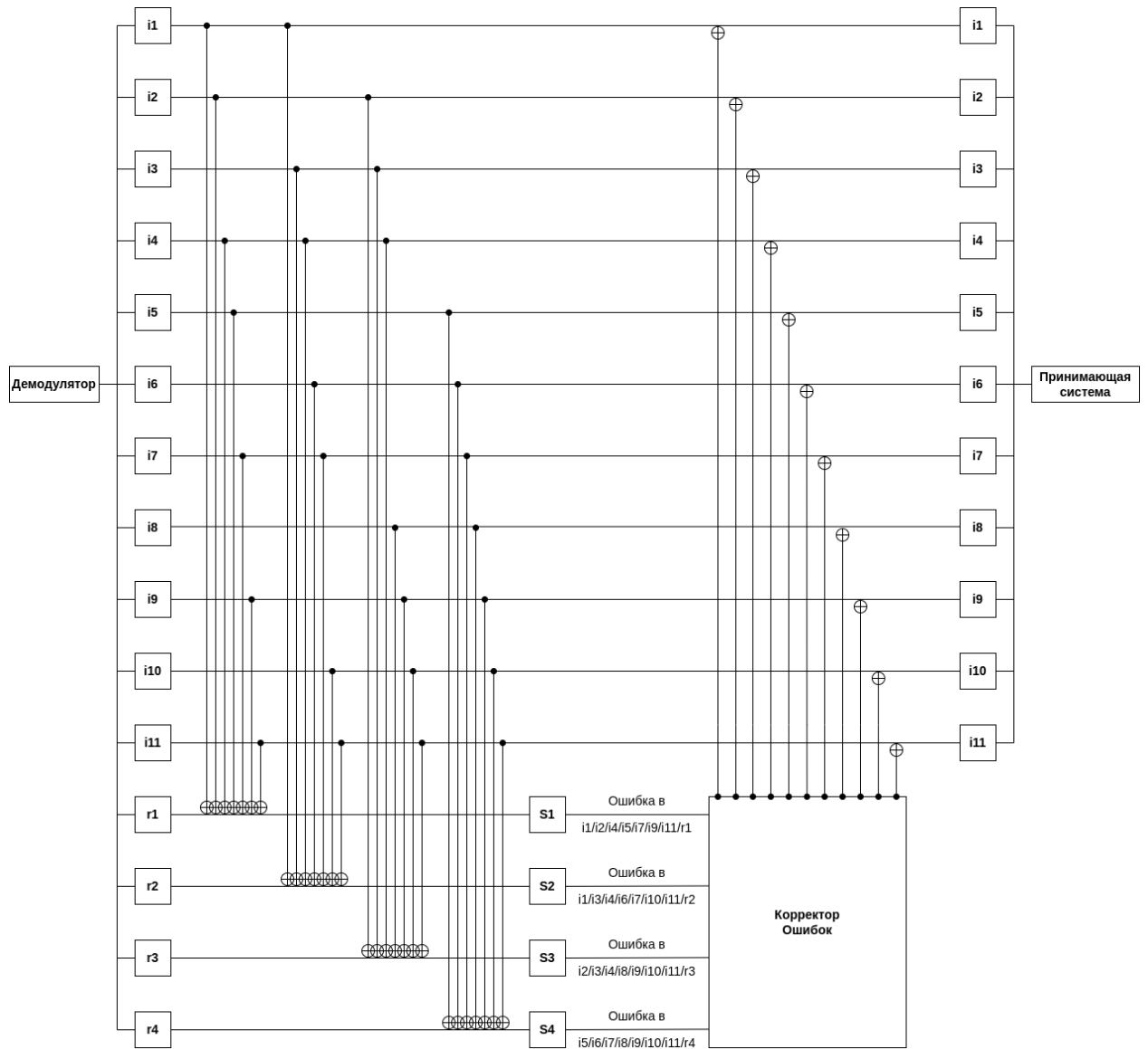
Ошибка в бите 1: 0 вместо 1

Исправленное сообщение B = 1110000₂

Содержание сообщения: I = B₂ B₄ B₅ B₆ = 1000₂

Задание 6

Схема декодирования классического кода Хэмминга (15;11)



Задание 7

Исходное сообщение $A=001110011000100_2$

Количество бит: информационных - 11, коррекции - 4

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T	r_0	r_1	i_2	r_3	i_4	i_5	i_6	r_7	i_8	i_9	i_{10}	i_{11}	i_{12}	i_{13}	i_{14}
A	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
S_0	X		X		X		X		X		X		X		X
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

Биты коррекции: A_0, A_1, A_3, A_7

Биты информации: $A_2, A_4, A_5, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}$

Синдром S

$$S_0 = A_0 \oplus A_2 \oplus A_4 \oplus A_6 \oplus A_8 \oplus A_{10} \oplus A_{12} \oplus A_{14} = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_1 = A_1 \oplus A_2 \oplus A_5 \oplus A_6 \oplus A_9 \oplus A_{10} \oplus A_{13} \oplus A_{14} = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_2 = A_3 \oplus A_4 \oplus A_5 \oplus A_6 \oplus A_{11} \oplus A_{12} \oplus A_{13} \oplus A_{14} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = A_7 \oplus A_8 \oplus A_9 \oplus A_{10} \oplus A_{11} \oplus A_{12} \oplus A_{13} \oplus A_{14} = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$1110_2 = 14$$

Ошибка в бите 13: 0 вместо 1

Исправленное сообщение $B = 001110011000110_2$

Содержание сообщения: $I = B_2 B_4 B_5 B_6 B_8 B_9 B_{10} B_{11} B_{12} B_{13} B_{14} = 11001000110_2$

Задание 8

Количество информационных разрядов в сообщении $i=1048$

Пусть r - количество проверочных разрядов кода Хэмминга,

k - коэффициент избыточности

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

$$2^r \geq 1049 \Rightarrow r \geq 11$$

$$2^{11} > (1048 + 11 + 1) \Rightarrow r = 11$$

$$k = \frac{r}{r+i} = \frac{11}{11+1048} \approx 0.0104$$

Ответ: проверочных разрядов: 11,

коэффициент избыточности: $0.0104 = 1.04\%$

Вывод

В ходе выполнения работы были изучены помехоустойчивые коды, в частности особое внимание было уделено коду Хэмминга, его применение отработано на практике для сообщений с различной длиной и количеством бит коррекции, причем как ручным способом, так и при помощи написанного в ходе данной работы программного обеспечения. Полученные навыки крайне полезны на практике при выполнении как задач обеспечения целостности данных при хранении, так и при обмене информацией.

Библиография

1. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки: Пер. с англ. М.: Мир, 1976, 594 с.
2. Пенин П. Е., Филиппов Л. Н. Радиотехнические системы передачи информации. М.: Радио и Связь, 1984, 256 с.