

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет
ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №. 2
Синтез помехоустойчивого кода
Вариант 50

Выполнила

Розова Елена Алексеевна

Р3110

Проверил

Авксентьева Елена Юрьевна,

к.п.н., доцент, доцент

г. Санкт-Петербург 2025г

Содержание

Лабораторная работа №. 2	1
1. Задания (постановка задач).....	3
2. Основные этапы вычисления	4
3. Дополнительное задание.....	6
4. Заключение.....	8
Список использованных источников.....	9

1. Задания (постановка задач)

1. Определить свой вариант задания с помощью номера в ISU (он же номер студенческого билета) : Вычисляем вариант: мой ISU 502771, т.е $7*7+1=50$. Мой вариант 50.
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 15-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). Сделать себе учётную запись на <https://gitlab.se.ifmo.ru/>.
10. 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

1) Сообщение 35

N	1	2	3	4	5	6	7	
Сообщение	0	1	1	1	0	1	0	
2^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	
1	x		x		x		x	S_1
2		x	x			x	x	S_2
4				x	x	x	x	S_3

$$S_1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

Имеем синдром $S(1,1,0)$. Проверяем, какой бит отвечают только S_1 и S_2 , это $i1$.

Правильное сообщение: 01**0**1010

2) Сообщение 67

N	1	2	3	4	5	6	7	
Сообщение	1	1	0	0	1	0	0	
2^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	
1	x		x		x		x	S_1
2		x	x			x	x	S_2
4				x	x	x	x	S_3

$$S_1 = r1 \oplus i1 \oplus i2 \oplus i4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = r2 \oplus i1 \oplus i3 \oplus i4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$S_3 = r3 \oplus i2 \oplus i3 \oplus i4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

Имеем синдром $S(0,1,1)$. Проверяем, какой бит отвечают только S_3 и S_2 , это $i3$.

Правильное сообщение: 11001**1**0

3) Сообщение 99

N	1	2	3	4	5	6	7	
Сообщение	0	0	0	0	1	1	1	
2^x	r1	r2	i1	r3	i2	i3	i4	

1	x		x		x		x	S ₁
2		x	x			x	x	S ₂
4				x	x	x	x	S ₃

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

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

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

Имеем синдром S(0,0,1). Проверяем, какой бит отвечают только S₃, это r₃.

Правильное сообщение: 000**1**111

4) Сообщение 19

N	1	2	3	4	5	6	7	
Сообщение	0	1	0	1	0	0	1	
2 ^x	r ₁	r ₂	i ₁	r ₃	i ₂	i ₃	i ₄	
1	x		x		x		x	S ₁
2		x	x			x	x	S ₂
4				x	x	x	x	S ₃

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

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

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

Имеем синдром S(1,0,0). Проверяем, какой бит отвечают только S₁, это r₁.

Правильное сообщение: **1**101001

5) Сообщение 50

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Сообщение	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	
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	
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

$$\begin{aligned}
S_1 &= r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0 \\
S_2 &= r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0 \\
S_3 &= r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0 \\
S_4 &= r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1
\end{aligned}$$

Имеем синдром $S(0,0,0,1)$. Проверяем, какой бит отвечают только S_4 , это r_4 .

Правильное сообщение: 010001110100011

6) Сообщение $(35+67+99+19+50)*4 = 270*4 = 1080$

Число информационных разрядов в передаваемом сообщении - 1080

Минимальное число контрольных разрядов $2^r \geq i + 1$, при $i = 1080$, тогда $2^r \geq 1081$

При $r=10$ $1024 \geq 1081$ не верно

При $r=11$ $2048 \geq 1081$

Подходит $r=11$

Найдём коэффициент избыточности: $r/(i+r) = 11/(11+1080) \sim 0,010082493$

3. Дополнительное задание

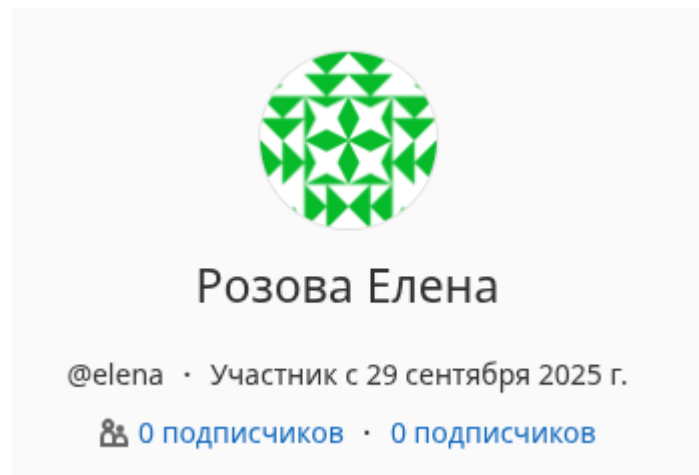


Рисунок 3.1 - Созданная учетная запись на se.ifmo.ru

2)

```
lab2.py x
1  mes = input()
2  mistake=-1
3  s1 = ((int(mes[0])+int(mes[2])+int(mes[4])+int(mes[6]))%2) == 0
4  s2 = ((int(mes[1])+int(mes[2])+int(mes[5])+int(mes[6]))%2) == 0
5  s3 = ((int(mes[3])+int(mes[5])+int(mes[4])+int(mes[6]))%2) == 0
6  if s1 == 0 :mistake+=1
7  if s2 == 0 :mistake+=2
8  if s3 == 0 :mistake+=4
9  if s1+s2+s3 == 3:
10     print(mes, ' правильное сообщение')
11 else:
12     right_mes = mes[:mistake] + str(int(not(bool(int(mes[mistake]))))) + mes[mistake+1:]
13     print(right_mes, ' ошибка в бите номер ',mistake+1)

Run  lab2 x
/ home/elen/PyCharmMiscProject/.venv/bin/python /home/elen/PyCharmMiscProject/lab2.py
0000111
0001111  ошибка в бите номер  4
Process finished with exit code 0
```

Рисунок 3.2 - Программа, которая анализирует сообщение на основе классического кода Хэмминга на Python

4. Заключение

Во время выполнения лабораторной работы был изучен классический код Хэмминга, были получены знания о поиске и исправлении ошибок в передаваемых сообщениях.

Список использованных источников

1. Код Хэмминга. [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Hamming_code (дата обращения: 03.10.2025)
2. Кафедра математической логики и теории алгоритмов МГУ: Предисловие URL:
<https://web.archive.org/web/20220814154250/https://logic.math.msu.ru/wp-content/uploads/ver/HSE-codes/coding.pdf> (дата обращения: 03.10.2025)