НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет Программной инженерии и компьютерной техники

Информатика

Лабораторная работа № 2 "Синтез помехоустойчивого кода"

Выполнил студент

Егорова Варвара Александровна

Группа № P3123

Преподаватель: Болдырева Елена Александровна

г. Санкт-Петербург

2023

Оглавление

Вариант: 87

Задание №1:

Необходимо на основании номера варианта задания выбрать набор из 4 полученных сообщений в виде последовательности 7-символьного кода (таблица 1); построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4); показать, имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие; записать правильное сообщение.

Номер задания (номер в таблице)	Полученное сообщение
1 (71)	0000101
2 (1)	0001000
3 (43)	0000011
4 (26)	1100001

(Таблица 1)

Задание №2:

На основании номера варианта выбрать 1 полученное сообщение в виде последовательности 11-символьного кода; построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11); показать, имеются ли в принятом сообщении ошибки, и если имеются, то какие; записать правильное сообщение.

Полученное сообщение: 001010101100101 (номер 86)

Задание №3:

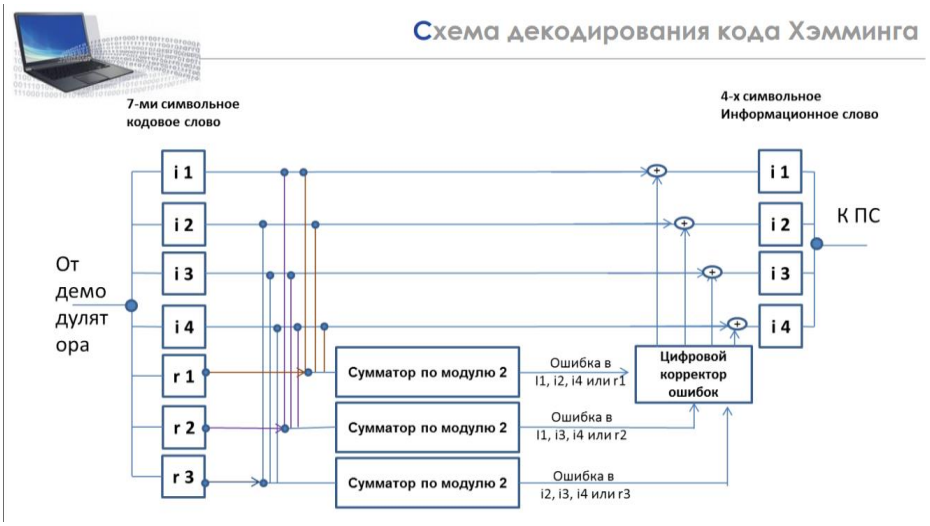
Сложить номера вариантов всех 5 вариантов заданий. Умножить полученное число на 4. Принять данное число как число информационных разрядов в передаваемом сообщении. Вычислить для данного числа минимальное число проверочных разрядов и коэффициент избыточности.

Задание №4 (необязательное):

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.

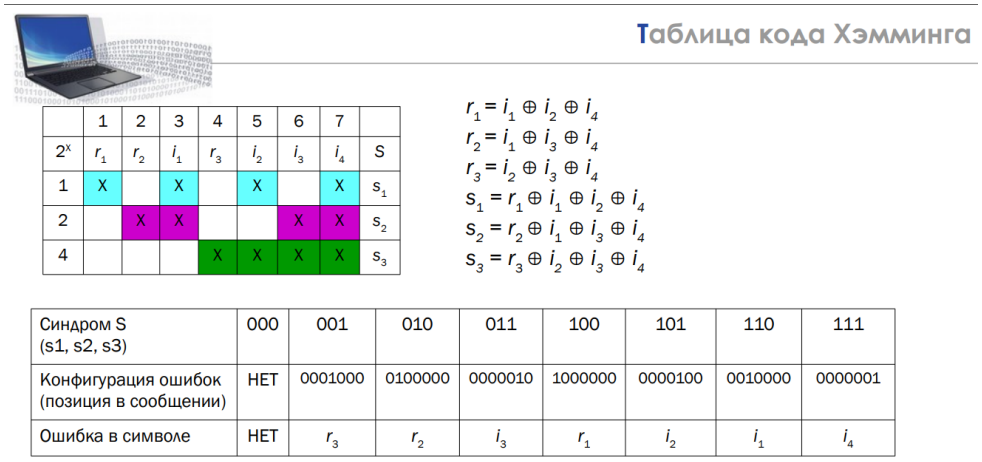
Основные этапы вычисления:

Схема декодирования кода Хэмминга (7;4):



(рис. 1)

Таблица кода Хэмминга (7;4):



	1	2	3	4	5	6	7	
2^x	r_1	r_2	i_1	r_3	i_2	i_3	i_4	S
1	X		X		X		X	s_1
2		X	X			X	X	s_2
4				X	X	X	X	s_3

Синдром S (s1, s2, s3)	000	001	010	011	100	101	110	111
Конфигурация ошибок (позиция в сообщении)	НЕТ	0001000	0100000	0000010	1000000	0000100	0010000	0000001
Ошибка в символе	НЕТ	r_3	r_2	i_3	r_1	i_2	i_1	i_4

(рис. 2)

(Далее символ «+» будет использоваться как символ исключающего «или»)

Задание 1.1:

Полученное сообщение: 0000101

Рассчитаем синдромы:

$S_1 = 0 + 0 + 1 + 1 = 0$

$S_2 = 0 + 0 + 0 + 1 = 1$

$S_3 = 0 + 1 + 0 + 1 = 0$

Таким образом, синдром S = 010. Воспользовавшись таблицей с рисунка 2, получим, что ошибка содержится в символе r_2.

Ответ: 0100101

Задание 1.2:

Полученное сообщение: 0001000

Синдромы:

$S_1 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$

$S_2 = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$

$S_3 = 1 + 0 + 0 + 0 = 1$

S = 001, значит ошибка в символе r_3.

Ответ: 0000000

Задание 1.3:

Полученное сообщение: 0000011

Синдромы:

$S_1 = 0 + 0 + 0 + 1 = 1$

$S_2 = 0 + 0 + 1 + 1 = 0$

$S_3 = 0 + 0 + 1 + 1 = 0$

S = 100 — ошибка в символе r_1.

Ответ: 1000011

Задание 1.4:

Полученное сообщение: 1100001

$S_1 = 1 + 0 + 0 + 1 = 0$

$S_2 = 1 + 0 + 0 + 1 = 0$

$S_3 = 0 + 0 + 0 + 1 = 1$

S = 001 – ошибка в символе r_3.

Ответ: 1101001

Задание 2:

Схема декодирования кода Хэмминга (15; 11):

(рис. 3)

Таблица кода Хэмминга(15; 11):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
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}	S
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

(рис. 4)

Полученное сообщение: 001010101100101

Исходя из рисунка 4, найдем синдромы:

$S_1 = 0 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0 + 1 + 1 = 0$

$S_2 = 0 + 1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 0 + 1 = 0$

$S_3 = 0 + 1 + 0 + 1 + 0 + 1 + 0 + 1 = 0$

$S_4 = 0 + 1 + 1 + 0 + 0 + 1 + 0 + 1 = 0$

S = 0000 – значит сообщение передано без ошибок

Ответ: 11011100101

Задание 3:

i = (71 + 1 + 43 + 26 + 86) * 4 = 908 — количество информационных битов

Минимальное количество проверочных разрядов r вычисляется по формуле:

$2^r >= r + i + 1$

Таким образом, минимальное количество проверочных разрядов r = 10

Коэффициент избыточности вычисляется по формуле:

k = r / (i + r) = 10 / (908 + 10) = 0,0108932462

Ответ: 10; 0,0108932462

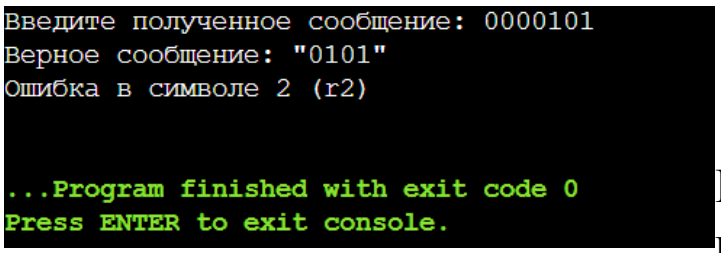
Задание 4:

Исходный код на языке Python:

```
def Heming(begin):
    syndrome1 = str(int(begin[0]) ^ int(begin[2]) ^ int(begin[4]) ^ int(begin[6]))
    syndrome2 = str(int(begin[1]) ^ int(begin[2]) ^ int(begin[5]) ^ int(begin[6]))
    syndrome3 = str(int(begin[3]) ^ int(begin[4]) ^ int(begin[5]) ^ int(begin[6]))
    main_syndrome = syndrome1 + syndrome2 + syndrome3
    errors = {'000': -1, '001': 3, '010': 1, '011': 5, '100': 0, '101': 4, '110': 2, '111': 6}
    names = {0: 'r1', 1: 'r2', 2: 'i1', 3: 'r3', 4: 'i2', 5: 'i3', 6: 'i4'}
    error = errors[main_syndrome]
    if error < 0:
        print('Сообщение "' + begin[2] + begin[4] + begin[5] + begin[6] + '" верное')
    else:
        end = begin[:error] + str(int(not(int(begin[error])))) + begin[error + 1:]
        print('Верное сообщение: "' + end[2] + end[4] + end[5] + end[6] + '"')
        print('Ошибка в символе ' + str(error + 1) + ' (' + names[error] + ')')


Heming(input('Введите полученное сообщение: '))
```

Результат работы программы:



Вывод:

В ходе данной лабораторной работы я изучила алгоритм декодирования кода Хэмминга, научилась анализировать помехоустойчивый код, находить в нём ошибки и исправлять их.