МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И  
КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

по дисциплине

«ИНФОРМАТИКА»

Синтез помехоустойчивого кода

Вариант №409858=95

***Выполнил:***Студент группы P3107  
 Чусовлянов Максим Сергеевич

***Проверил:***Балакшин Павел Валерьевич

кандидат технических наук, доцент факультета ПИиКТ

**Содержание**

[Задание 3](#_t9es25z3bxif)

[Основные этапы вычисления 4](#_5klmqzmskuve)

[Задание 1: №79 4](#_cza68xmagcn0)

[Задание 2: №9 4](#_hadvwobybb9w)

[Задание 3: №51 5](#_kg8ai2k8k5ei)

[Задание 4: №91 5](#_po1osfumbsai)

[Задание 5: №93 6](#_r0d5jchtlaqp)

[Задание 6: № (79 + 9 + 51 + 91 + 93) \* 4 = 1292 6](#_yyny5ezgo47u)

[Заключение 8](#_2jxsxqh)

[Список литературы 9](#_z337ya)

# **Задание**

1. Определить свой вариант задания с помощью номера в ISU (он же номер студенческого билета). Вариантом является комбинация 3-й и 5-й цифр. Т.е. если номер в ISU = 123456, то вариант = 35.
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 отчете 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 11-символьного кода.
6. Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11), которую представить в отчете 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). 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.

# **Основные этапы вычисления**

## Задание 1: №79

| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | S |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X | S1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X | S2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X | S3 |

Синдром S (S1, S2, S3) = 111 ⇒ Ошибка в символе i4

Исправленное сообщение: 0100

## 

## Задание 2: №9

| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 0

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 = 1

|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | S |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X | S1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X | S2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X | S3 |

Синдром S (S1, S2, S3) = 101 ⇒ Ошибка в символе i2

Исправленное сообщение: 0100

## Задание 3: №51

| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 0

|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | S |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X | S1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X | S2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X | S3 |

Синдром S (S1, S2, S3) = 110 ⇒ Ошибка в символе i1

Исправленное сообщение: 0011

## Задание 4: №91

| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = 0

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 = 1

|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | S |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X | S1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X | S2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X | S3 |

Синдром S (S1, S2, S3) = 011 ⇒ Ошибка в символе i3

Исправленное сообщение: 1100

## Задание 5: №93

| r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

S1 = r1 ⊕ i1 ⊕ i2 ⊕ i4 ⊕ i5 ⊕ i7 ⊕ i9 ⊕ i11 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S2 = r2 ⊕ i1 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i6 ⊕ i7 ⊕ i10 ⊕ i11 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

S3 = r3 ⊕ i2 ⊕ i3 ⊕ i4 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

S4 = r4 ⊕ i5 ⊕ i6 ⊕ i7 ⊕ i8 ⊕ i9 ⊕ i10 ⊕ i11 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2x | r1 | r2 | i1 | r3 | i2 | i3 | i4 | r4 | i5 | i6 | i7 | i8 | i9 | i10 | i11 | S |
| 1 | X |  | X |  | X |  | X |  | X |  | X |  | X |  | X | S1 |
| 2 |  | X | X |  |  | X | X |  |  | X | X |  |  | X | X | S2 |
| 4 |  |  |  | X | X | X | X |  |  |  |  | X | X | X | X | S3 |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  | X | X | X | X | X | X | X | X | S4 |

Синдром S (S1, S2, S3, S4) = 1001 ⇒ Ошибка в символе i5.

Исправленное сообщение: 11010010101

## Задание 6: № (79 + 9 + 51 + 91 + 93) \* 4 = 1292

Информационных разрядов в передаваемом сообщении: 1292

Значит минимальное число проверочных разрядов равно 11, т.к 211≥1292+11+1; 2048 ≥ 1304.

Коэффициент избыточности = r / (i + r) = 11 / (11 + 1292) ≈ 0.0084421

***Ответ:*** *минимальное число проверочных разрядов = 11; коэффициент избыточности = 0.0084421*

Задание 7:

Исходный код программы на языке программирования Python:

*from functools import reduce*

*BIT\_NAMES = ["r1", "r2", "i1", "r3", "i2", "i3", "i4"]*

*inp = list(map(int, list(input())))*

*get\_syndrom = lambda arr: str(reduce(lambda x, y: x ^ y, (inp[i] for i in arr)))*

*error\_ind = int(get\_syndrom([3, 4, 5, 6]) +*

*get\_syndrom([1, 2, 5, 6]) +*

*get\_syndrom([0, 2, 4, 6]), 2) - 1*

*inp[error\_ind] = int(not inp[error\_ind])*

*if error\_ind == -1:*

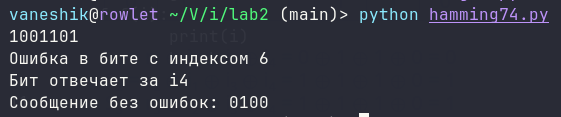
*print("Ошибок нет!")*

*else:*

*print("Ошибка в бите с индексом", error\_ind)*

*print("Бит отвечает за", BIT\_NAMES[error\_ind])*

*print("Сообщение без ошибок:", "".join([str(inp[i]) for i in [2,4,5,6]]))*

**

*Рисунок 1. (Пример работы программы для Задания 1)*

# **Заключение**

В ходе проделанной работы, я изучил технологию избыточного кодирования, которые позволяют исправлять “битфлипы” при передачи информации ㅡ Код Хэмминга. Написал собственную программу на языке Python для проверки сообщения на наличие ошибок.

# **Список литературы**

1. Казарин, Лев Сергеевич. Введение в теорию кодирования, сжатия и восстановления информации : учебно-методическое пособие: Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2020. – 112 с.
2. Основы цифровой радиосвязи. Помехоустойчивое кодирование: метод. указания / сост. Д. В. Пьянзин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 16 с