

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет ИТМО»**

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №2

Вариант 28

По дисциплине Информатика

(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Тема работы: Синтез помехоустойчивого кода

Выполнил: студент гр. Р3110  Голиков Д.И.

(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

Проверил: доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Балакшин П.В.

(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург

2022

Оглавление

[Задание 1 3](#_Toc84384434)

[Задание 2 3](#_Toc84384435)

[Задание 3 3](#_Toc84384436)

[Задание 4 4](#_Toc84384437)

[Вариант 28: 4](#_Toc84384438)

[Вариант 24: 5](#_Toc84384439)

[Вариант 51: 6](#_Toc84384440)

[Вариант 78: 7](#_Toc84384441)

[Вариант 105: 8](#_Toc84384442)

[Задание 5 9](#_Toc84384443)

[Задание 6 9](#_Toc84384444)

[Задание 7 10](#_Toc84384445)

[Вариант 29 10](#_Toc84384446)

[Задание 8 11](#_Toc84384447)

[Вывод 12](#_Toc84384448)

[Список литературы 12](#_Toc84384449)

# 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 = 12**3**4**5**6, то вариант = 35.

Табельный номер – 282581

Вариант – **28**

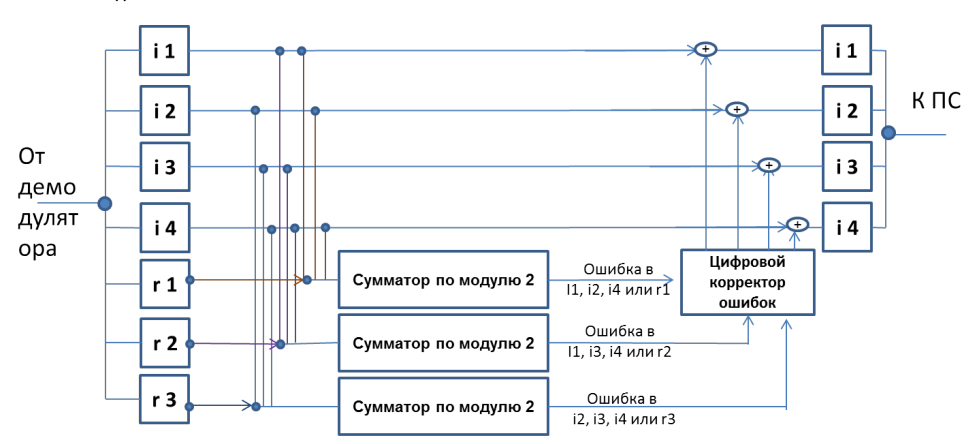
# Задание 2

На основании номера варианта задания выбрать набор из 4 полученных сообщений в виде последовательности 7-символьного кода.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **28** | **24** | **51** | **78** | **105** | **29** |

# Задание 3

Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (7;4), которую представить в отчёте в виде изображения.



# Задание 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.

## Вариант 28:

Полученное сообщение: **1 1 1 1 0 0 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2x | R1 | R2 | I1 | R3 | I2 | I3 | I4 | S |
| 1 | **1** | 1 | **1** | 1 | **0** | 0 | **1** | 1 |
| 2 | 1 | **1** | **1** | 1 | 0 | **0** | **1** | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | **1** | **0** | **0** | **1** | 0 |

**Этапы вычисления:**

1. Определяем синдром последовательности по следующим формулам:

S1 = R1 ⊕ I1 ⊕ I2 ⊕ I4

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S2 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S3 = 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

1. Получаем 110
2. Переворачиваем 110
3. Получаем 011
4. Переводим 011 из двоичной системы счисления в десятичную
5. Получаем 3 — номер бита с ошибкой
6. Меняем 3–й бит на обратный ему
7. Получаем правильное сообщение

**Правильное сообщение: 1 1 0 1 0 0 1**

## Вариант 24:

Полученное сообщение: **1 0 1 0 0 0 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2x | R1 | R2 | I1 | R3 | I2 | I3 | I4 | S |
| 1 | **1** | 0 | **1** | 0 | **0** | 0 | **1** | 1 |
| 2 | 1 | **0** | **1** | 0 | 0 | **0** | **1** | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 1 | **0** | **0** | **0** | **1** | 1 |

**Этапы вычисления:**

1. Определяем синдром последовательности по следующим формулам:

S1 = R1 ⊕ I1 ⊕ I2 ⊕ I4

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S2 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

S3 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

1. Получаем 101
2. Переворачиваем 101
3. Получаем 101
4. Переводим 101 из двоичной системы счисления в десятичную
5. Получаем 5 — номер бита с ошибкой
6. Меняем 5–й бит на обратный ему
7. Получаем правильное сообщение

**Правильное сообщение: 1 0 1 0 1 0 1**

## Вариант 51:

Полученное сообщение: **1 0 1 0 0 1 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2x | R1 | R2 | I1 | R3 | I2 | I3 | I4 | S |
| 1 | **1** | 0 | **1** | 0 | **0** | 1 | **1** | 1 |
| 2 | 1 | **0** | **1** | 0 | 0 | **1** | **1** | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 1 | **0** | **0** | **1** | **1** | 0 |

**Этапы вычисления:**

1. Определяем синдром последовательности по следующим формулам:

S1 = R1 ⊕ I1 ⊕ I2 ⊕ I4

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S2 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S3 = 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 0

1. Получаем 110
2. Переворачиваем 110
3. Получаем 011
4. Переводим 011 из двоичной системы счисления в десятичную
5. Получаем 3 — номер бита с ошибкой
6. Меняем 3–й бит на обратный ему
7. Получаем правильное сообщение

**Правильное сообщение 1 0 0 0 0 1 1**

## Вариант 78:

Полученное сообщение: **1 0 0 0 1 0 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2x | R1 | R2 | I1 | R3 | I2 | I3 | I4 | S |
| 1 | **1** | 0 | **0** | 0 | **1** | 0 | **1** | 1 |
| 2 | 1 | **0** | **0** | 0 | 1 | **0** | **1** | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | **0** | **1** | **0** | **1** | 0 |

**Этапы вычисления:**

1. Определяем синдром последовательности по следующим формулам:

S1 = R1 ⊕ I1 ⊕ I2 ⊕ I4

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S2 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S3 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

1. Получаем 110
2. Переворачиваем 110
3. Получаем 011
4. Переводим 011 из двоичной системы счисления в десятичную
5. Получаем 3 — номер бита с ошибкой
6. Меняем 3–й бит на обратный ему
7. Получаем правильное сообщение

**Правильное сообщение: 1 0 1 0 1 0 1**

## Вариант 105:

Полученное сообщение: **0 1 1 1 1 1 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 2x | R1 | R2 | I1 | R3 | I2 | I3 | I4 | S |
| 1 | **0** | 1 | **1** | 1 | **1** | 1 | **1** | 1 |
| 2 | 0 | **1** | **1** | 1 | 1 | 1 | **1** | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | **1** | **1** | **1** | **1** | 0 |

**Этапы вычисления:**

1. Определяем синдром последовательности по следующим формулам:

S1 = R1 ⊕ I1 ⊕ I2 ⊕ I4

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4

S1 = 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = 1

S2 = 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = 0

S3 = 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 = 0

1. Получаем 100
2. Переворачиваем 100
3. Получаем 001
4. Переводим 001 из двоичной системы счисления в десятичную
5. Получаем 1 — номер бита с ошибкой
6. Меняем 1–й бит на обратный ему
7. Получаем правильное сообщение

**Правильное сообщение: 1 1 1 1 1 1 1**

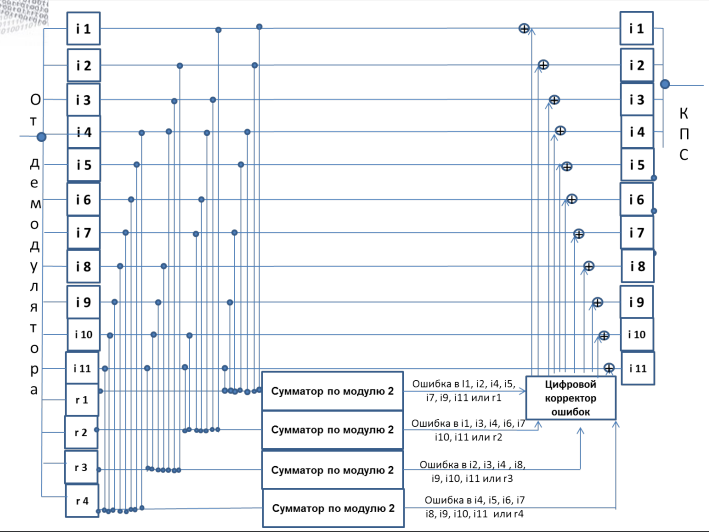
# Задание 5

На основании номера варианта задания выбрать 1 полученное сообщение в

виде последовательности 11-символьного кода.

Полученное сообщение – **0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1**

Задание 6Построить схему декодирования классического кода Хэмминга (15;11), которую представить в отчёте в виде изображения.

****

# Задание 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.

## Вариант 29

Полученное сообщение - **0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 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 | **0** | 1 | **1** | 0 | **0** | 0 | **1** | 1 | **1** | 0 | **1** | 0 | **0** | 0 | **1** | 1 |
| 2 | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 | **0** | **1** | 1 | 1 | **0** | **1** | 0 | 0 | **0** | **1** | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | **0** | **0** | **0** | **1** | 1 | 1 | 0 | 1 | **0** | **0** | **0** | **1** | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | **1** | **1** | **0** | **1** | **0** | **0** | **0** | **1** | 0 |

**Основные этапы вычисления:**

1. Определяем синдром последовательности:

S1 = R1 ⊕ I1 ⊕ I2 ⊕ I4 ⊕ I5 ⊕ I7 ⊕ I9 ⊕ I11

S2 = R2 ⊕ I1 ⊕ I3 ⊕ I4 ⊕ I6 ⊕ I7 ⊕ I10 ⊕ I11

S3 = R3 ⊕ I2 ⊕ I3 ⊕ I4 ⊕ I8 ⊕ I9 ⊕ I10 ⊕ I11

S4 = R4 ⊕ I5 ⊕ I6 ⊕ I7 ⊕ I8 ⊕ I9 ⊕ I10 ⊕ I11

S1 = 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S2 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 = 1

S3 = 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

S4 = 1 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 1 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 0 ⊕ 1 = 0

1. Получаем 1100
2. Переворачиваем 1100
3. Получаем 0011
4. Переводим 0011 из двоичной системы счисления в десятичную
5. Получаем 3 — бит в котором ошибка
6. Меняем 3-ий бит на обратный ему
7. Получаем правильное сообщение

**Правильное сообщение:** **0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1**

# Задание 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.

**Основные этапы вычисления:**

1. Вычисляем число информационных разрядов

(24 + 51 + 78 + 105 + 29) \* 4 = 1148

1. Вычисляем минимальное число проверочных разрядов по формуле

2r ≥ r + i + 1

1. Получаем r = 11
2. Вычисляем коэффициент избыточности по формуле

r / n = r / (r + i)

1. Получаем r/n ≈ 0,00958188.

**Ответ:** r = 11, r/n ≈ 0,00958188.

# Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы я научился работать с схемами Хэмминга (7;4) и (15;11). Я научился определять биты информации переданные ошибочно и исправлять их на достоверную. Так же во время лабораторной работы я написал 2 программы на языке программирования Python для построения схем Хэмминга и поиска ошибочных бит.

# Список литературы

1. [tltshnik](https://habr.com/ru/users/tltshnik/) Код Хэмминга. Пример работы алгоритма, 2012г. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/140611/>
2. WiKi Код Хэмминга. 2021г Режим доступа:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Hamming_code>