

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной  
техники

Направление подготовки 09.03.04 «Программная  
инженерия»

Системное и прикладное программное обеспечение

**Отчёт**

**По лабораторной работе №1**

**Помехоустойчивые коды**

**Вариант: 34**

Работу выполнил:

Поленов Кирилл Александрович

Группа Р3113

Работу принял:

Рыбаков Степан Дмитриевич

г. Санкт-Петербург 2023

# Оглавление

Задание .....	3
Основные этапы вычисления .....	6
Заключение .....	19
Список литературы.....	20

# 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 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 11-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).

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

\*\*\* некоторые синдромы не соответствуют тем битам, в которых присутствует ошибка. В коде программы это исправлено, однако в тестах и фотографиях тетради эти ошибки всё ещё присутствуют.

413081

Паленов Кирилл Р3113

Л.Р. 2

Вариант 34

1.

Сообщения по номерам 30, 57, 84, 111

Номер	1	2	3	4	5	6	7
	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
30	0	0	0	1	0	1	0
57	0	0	0	0	1	0	0
84	1	1	1	1	1	0	1
111	1	1	0	1	1	1	1

## Задание 1

Сообщение 1:

Сообщение 1 : 000 101 0

Составим таблицу

	1	2	3	4	5	6	7	
сообщение	0	0	0	1	0	1	0	
$2^n$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	$S$
1								$S_1$
2								$S_2$
4								$S_3$

Вычислим синдромы сообщений:

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

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

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

$S_1, S_2, S_3 = 0, 1, 0 = 2_{10}$  Следовательно ошибка во втором бите ( $r_2$ )

Верное сообщение : 0101010



Рисунок 1

Сообщение 2:

Сообщение 2: 0000100

Составим таблицу

	1	2	3	4	5	6	7
Сообщение	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>0</del>
$2^n$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
1							
2							
4							

Вычислим синдромы

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

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

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

$S_1 S_2 S_3 = 101_2 = 5_{10}$  Следовательно ошибка в 5 бите ( $i_2$ )

Верное сообщение: 0000000



*Рисунок 2*

Сообщение 3:

Сообщение 3: 1111101

	1	2	3	4	5	6	7
Сообщение	1	1	1	1	1	0	1
$2^h$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
1							$S_1$
2							$S_2$
4							$S_3$

Вспомогательные  
системные сигналы сообщения:

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

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

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

$$S_1 S_2 S_3 = 011_2 = 3_{10} \text{ Ошибки в 3 битах } (i_i)$$

Верное сообщение: 1101101

Рисунок 3

Сообщение 4:

Сообщение 4: 1101111

Составим таблицу

	1	2	3	4	5	6	7	
Сообщ.	1	1	0	1	1	1	1	
$2^n$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	
1								$S_1$
2								$S_2$
4								$S_3$

Вычислим синдромы сообщения:

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

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

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

$$S_1 S_2 S_3 = 110_2 = 6_{10} \text{ Ошибка в 6 бите } (i_3)$$

Верное сообщение: 1101101

Рисунок 4

## Задание 2

Сообщение 1:



2.

Сообщение под номером 35: 010101000110010

Составим таблицу

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сообщ	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
$2^n$	$r_1$	$r_2$	$i_1$	$r_3$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	$r_4$	$i_5$	$i_6$	$i_7$	$i_8$	$i_9$	$i_{10}$	$i_{11}$
1															$S_1$
2															$S_2$
4															$S_3$
8															$S_4$

Вычислим синдром сообщения

$$S_1 = r_1 \oplus i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_{11}$$

$$S_2 = r_2 \oplus i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11}$$

$$S_3 = r_3 \oplus i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11}$$

$$S_4 = r_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11}$$

Рисунок 5

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

Ошибки в 15 бите ( $i_{11}$ )

Верное сообщение: 0101 0100 0110 011

Рисунок 6

### Задание 3

3.

Сумма всех номеров вариантов:

$$30 + 57 + 84 + 111 + 35 = 317$$

$$317 \cdot 4 = 1268$$

Для сообщения из 1268 битов:

Число инт. битов - 1268

Выясним мин. число контрольных битов по формуле:

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

;  $i$  - кол-во инт. битов,  $r$  - кол-во контр. битов

Рисунок 7

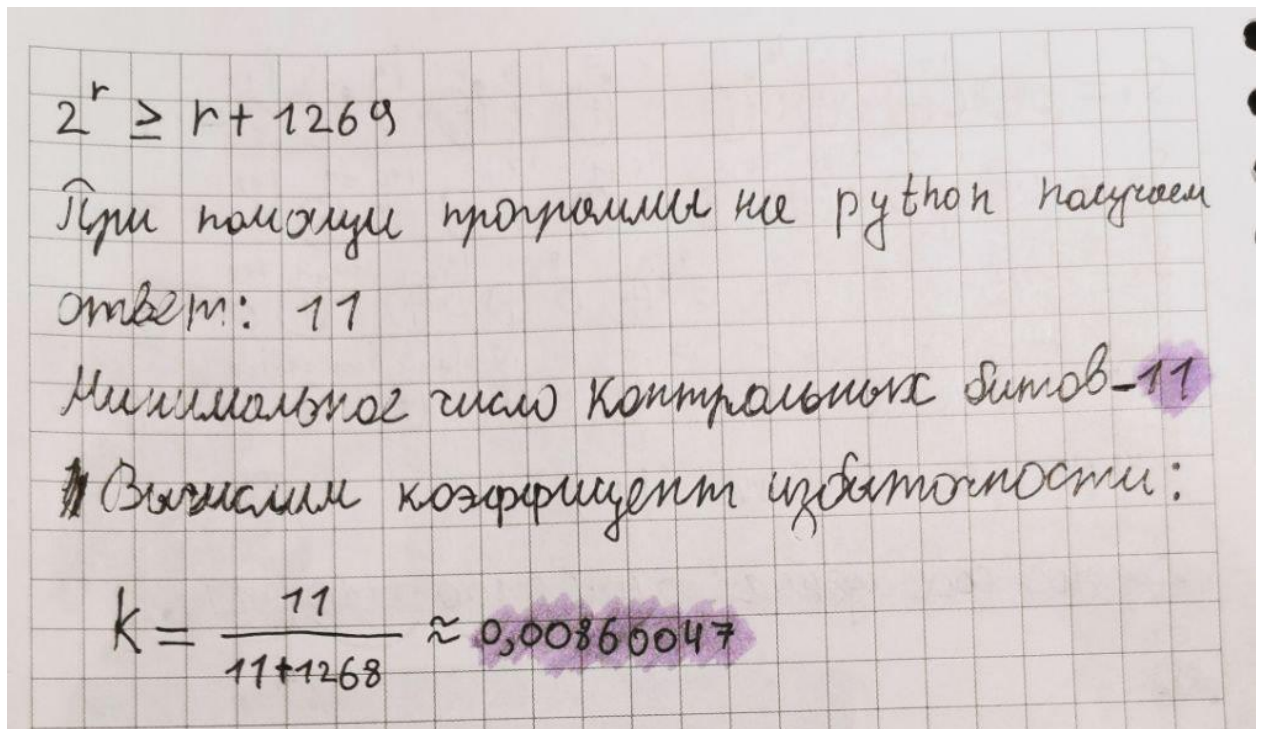


Рисунок 8

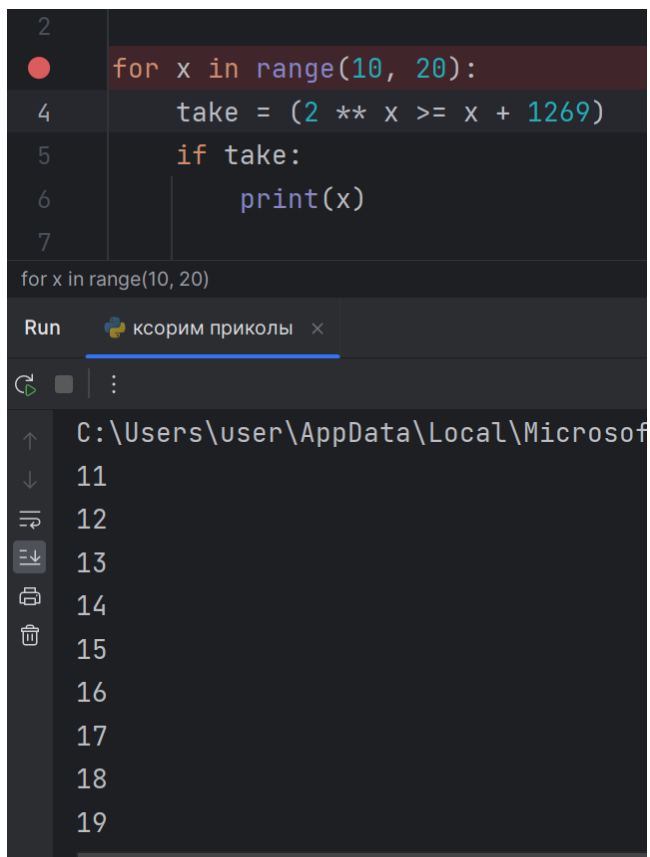


Рисунок 9



## Дополнительное задание

Код программы на Python:

```
print('Введите сообщение из 7 битов')

message = input()

if len(message) != 7:
    print('Броу, давай без приколов')
    exit(1)

s1 = int(message[0]) ^ int(message[2]) ^ int(message[4]) ^
int(message[6])
s2 = int(message[1]) ^ int(message[2]) ^ int(message[5]) ^
int(message[6])
s3 = int(message[3]) ^ int(message[4]) ^ int(message[5]) ^
int(message[6])

syndrome = str(s1) + str(s2) + str(s3)
print(syndrome)

match syndrome:
    case '000':
        print('Ошибок нет. Всё кул ^_^')

    case '001':
        print('Ошибка в четвертом бите')
        if message[3] == '0':
            message = message[:3] + '1' + message[4:]
        else:
            message = message[:3] + '0' + message[4:]

        print('Верное сообщение: ', message)

    case '010':
        print('Ошибка во втором бите')
        if message[1] == '0':
            message = message[1] + '1' + message[2:]
        else:
            message = message[1] + '0' + message[2:]

        print('Верное сообщение: ', message)

    case '011':
        print('Ошибка в шестом бите')
        if message[5] == '0':
            message = message[:5] + '1' + message[6:]
        else:
            message = message[:5] + '0' + message[6:]
```



```

    print('Верное сообщение: ', message)

case '100':
    print('Ошибка в первом бите')
    if message[0] == '0':
        message = '1' + message[2:]
    else:
        message = '0' + message[2:]

    print('Верное сообщение: ', message)

case '101':
    print('Ошибка в пятом бите')
    if message[4] == '0':
        message = message[:4] + '1' + message[5:]
    else:
        message = message[:4] + '0' + message[5:]

    print('Верное сообщение: ', message)

case '110':
    print('Ошибка в третьем бите')
    if message[2] == '0':
        message = message[:2] + '1' + message[3:]
    else:
        message = message[:2] + '0' + message[3:]

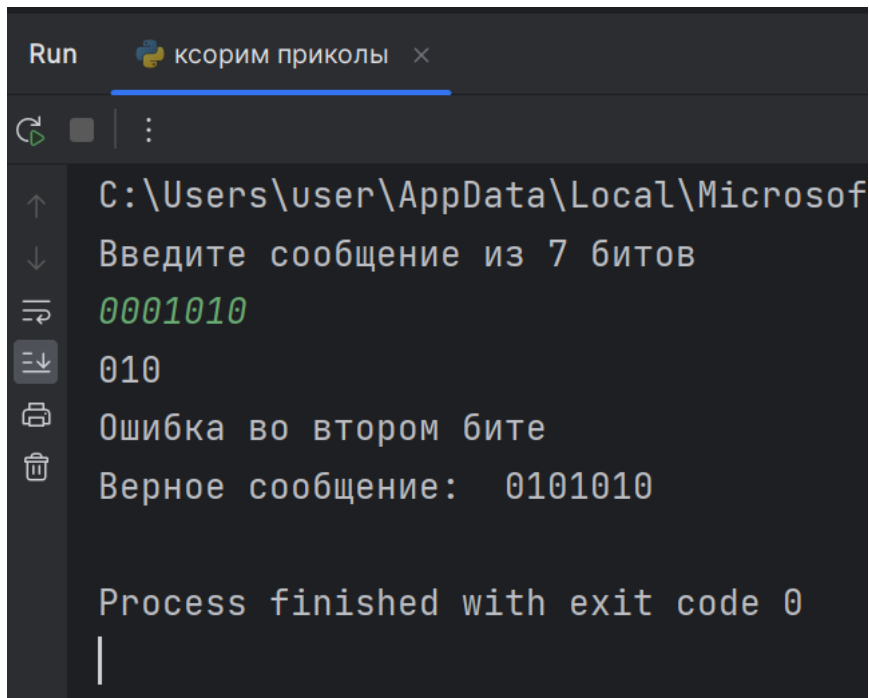
    print('Верное сообщение: ', message)

case '111':
    print('Ошибка в седьмом бите')
    if message[6] == '0':
        message = message[:6] + '1'
    else:
        message = message[:6] + '0'

    print('Верное сообщение: ', message)

```

## Тест №1

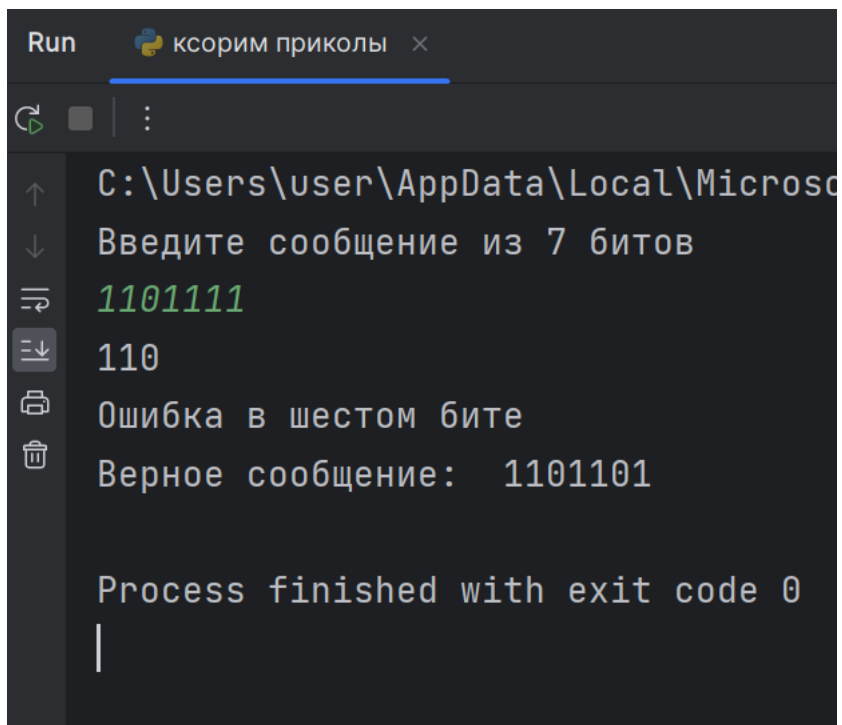


```
Run  ксорим приколы x
C:\Users\user\AppData\Local\Microsoft
Введите сообщение из 7 битов
0001010
010
Ошибка во втором бите
Верное сообщение: 0101010

Process finished with exit code 0
```

Рисунок 10

## Тест №2

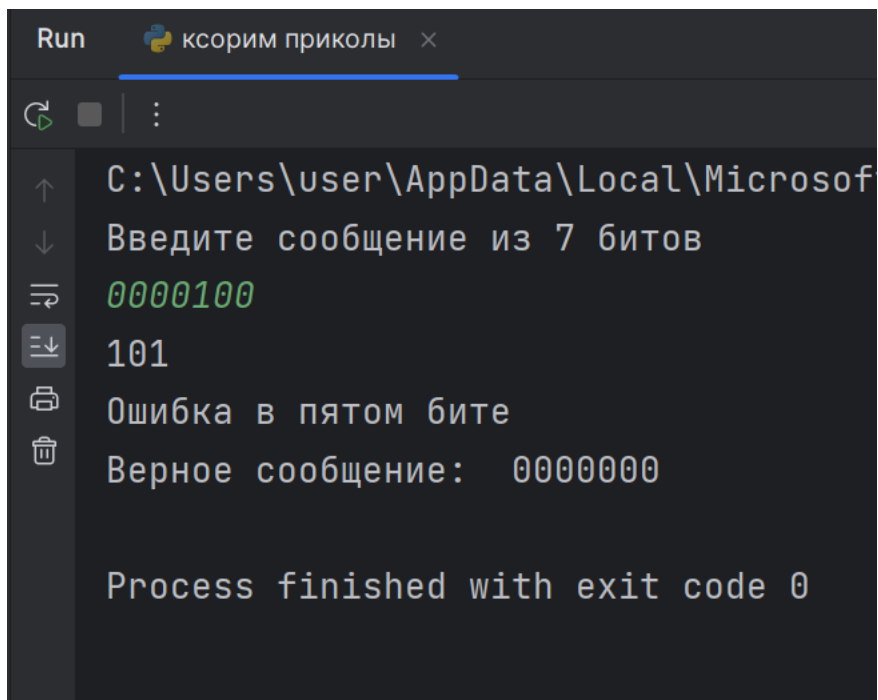


```
Run  ксорим приколы x
C:\Users\user\AppData\Local\Microsoft
Введите сообщение из 7 битов
1101111
110
Ошибка в шестом бите
Верное сообщение: 1101101

Process finished with exit code 0
```

Рисунок 11

### Тест №3

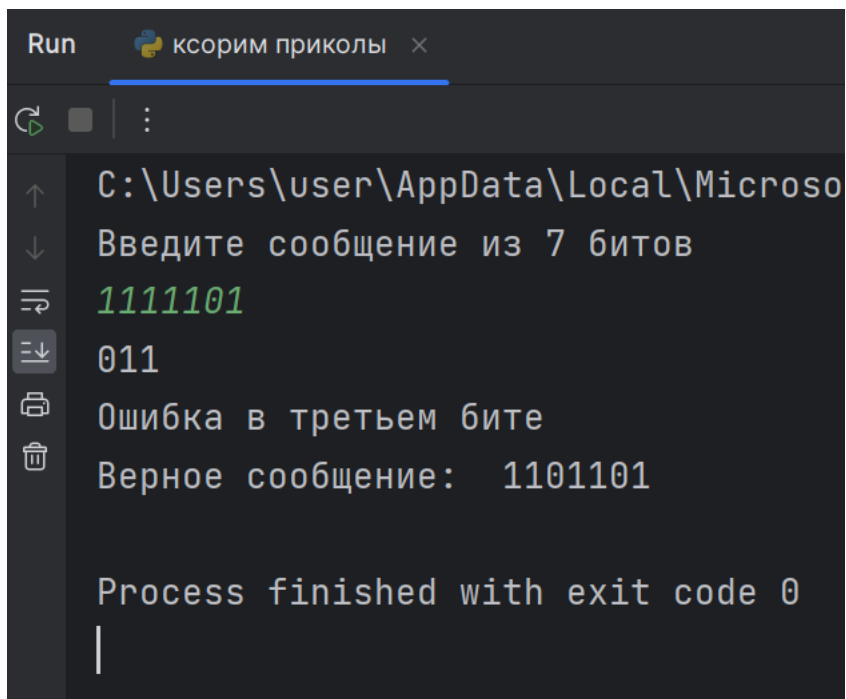


```
Run  ксорим приколы x
C:\Users\user\AppData\Local\Microsoft
Введите сообщение из 7 битов
0000100
101
Ошибка в пятом бите
Верное сообщение: 0000000

Process finished with exit code 0
```

Рисунок 12

### Тест №4



```
Run  ксорим приколы x
C:\Users\user\AppData\Local\Microso
Введите сообщение из 7 битов
1111101
011
Ошибка в третьем бите
Верное сообщение: 1101101

Process finished with exit code 0
|
```

Рисунок 13

## Заключение

В ходе выполнения данной лабораторной работы я познакомился с кодом Хемминга. Узнал принцип его работы, научился составлять таблицы Хемминга для проверки сообщения на ошибки, научился вычислять синдромы сообщения и при помощи них находить ошибки в полученном сообщении, а также закрепил навыки программирования на языке Python.

## Список литературы

**AGalilov** (название YouTube канала), Код Хэмминга.

Самоконтролирующийся и самокорректирующийся код. – URL:  
<https://youtu.be/QsBYshN5idw?si=iddXwSZEYuyYOKgW> (Дата обращения: 07.10.2023)

**П.В. Балакшин, В.В. Соснин, И.В. Калинин, Т.А. Малышева, С.В. Раков, Н.Г. Рущенко, А.М. Дергачев** Информатика:

лабораторные работы и тесты [Электронный ресурс] –  
[https://t.me/balakshin\\_students](https://t.me/balakshin_students) (Дата обращения: 09.10.2023)