

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт компьютерных наук и кибербезопасности  
Высшая школа программной инженерии

## Практическая работа №4

по дисциплине «Сети и телекоммуникации»

Выполнил:

Савчук А. А.

Группа:

5130904/00104

Проверил:

Медведев Б. М.

Санкт-Петербург  
2023

## Содержание

1 Цель работы .....	3
2 Порядок выполнения работы .....	3
3 Основная часть .....	4
3.1 Результаты работы модели .....	4
3.1.1 Вероятность $0.05$ .....	4
3.1.2 Вероятность $0.01$ .....	4
3.1.3 Вероятность $0.005$ .....	4
3.2 Обработка результатов .....	5
4 Вывод .....	6

## 1 Цель работы

Исследовать модель системы уровня линии передачи данных в режиме обнаружения ошибок.

## 2 Порядок выполнения работы

- Для блоков длиной  $n = 7; 15; 31; 63$  и образующих полиномов, определить минимальное число проверочных символов для каждого значения длины кода  $n$ , при котором достигается требуемая помехоустойчивость
- По результатам испытаний выбрать лучший код  $(n, k)$ , который обеспечивает вероятность ложного приема блока не более  $10^{-6}$ , с использованием следующих критериев:
  1. Избыточность кода, определяемая отношением числа проверочных символов общему числу символов в блоке  $I = (n - k) / n$ .
  2. Время передачи файла при использовании помехоустойчивого кодирования и автоматического запроса повторной передачи блоков, в которых обнаружены ошибки.

## 3 Основная часть

### 3.1 Результаты работы модели

Проведем моделирование при всех заданных вероятностях ошибки

#### 3.1.1 Вероятность 0.05

n	P(bit_error)	Polinom	Correct	Fixed	Passed	Total	Errate
7	0.05	[3; 1; 0]	89814	38619	100	128533	0.000778
15	0.05	[4; 1; 0]	16976	19897	100	36973	0.002705
15	0.05	[8; 7; 6; 4; 0]	462488	537511	1	1000000	$1.0e - 6$
15	0.05	[10; 8; 5; 4; 2; 1; 0]	463115	536885	0	1000000	$< 1.0e - 6$
31	0.05	[5; 2; 0]	3642	13574	100	17316	0.005775
31	0.05	[10; 9; 8; 6; 5; 3; 0]	204174	795812	14	1000000	$1.4e - 5$
31	0.05	[15; 11; 10; 9; 8; 7; 5; 3; 2; 1; 0]	203609	796391	0	1000000	$< 1.0e - 6$
63	0.05	[6; 1; 0]	385	9976	100	10461	0.009559
63	0.05	[12; 10; 8; 5; 4; 3; 0]	41772	958167	61	1000000	$6.1e - 5$
63	0.05	[18; 17; 16; 15; 9; 7; 6; 3; 2; 1; 0]	39124	960876	0	1000000	$< 1.0e - 6$

#### 3.1.2 Вероятность 0.01

n	P(error)	Polinom	Correct	Fixed	Passed	Total	Errate
7	0.01	[3; 1; 0]	932039	67954	7	1000000	$7.0e - 6$
15	0.01	[4; 1; 0]	859676	140295	29	1000000	$2.9e - 5$
15	0.01	[8; 7; 6; 4; 0]	860585	139415	0	1000000	$< 1.0e - 6$
31	0.01	[5; 2; 0]	605694	221378	100	827172	0.000121
31	0.01	[10; 9; 8; 6; 5; 3; 0]	732715	267285	0	1000000	$< 1.0e - 6$
63	0.01	[6; 1; 0]	117787	103878	100	221765	0.000451
63	0.01	[12; 10; 8; 5; 4; 3; 0]	531470	468530	0	1000000	$< 1.0e - 6$

#### 3.1.3 Вероятность 0.005

n	P(error)	Polinom	Correct	Fixed	Passed	Total	Errate
7	0.005	[3; 1; 0]	965382	34618	0	1000000	$< 1.0e - 6$
15	0.005	[4; 1; 0]	927400	72596	4	1000000	$4.0e - 6$
15	0.005	[8; 7; 6; 4; 0]	927287	72713	0	1000000	$< 1.0e - 6$
31	0.005	[5; 2; 0]	856328	143653	19	1000000	$1.9e - 5$
31	0.005	[10; 9; 8; 6; 5; 3; 0]	856079	143921	0	1000000	$< 1.0e - 6$
63	0.005	[6; 1; 0]	728809	271121	70	1000000	$7.0e - 5$
63	0.005	[12; 10; 8; 5; 4; 3; 0]	728509	271491	0	1000000	$< 1.0e - 6$

## 3.2 Обработка результатов

Для дальнейшего анализа кодов будем пользоваться двумя критериями:

### 1. Избыточность кода

Считается по формуле:  $I = \frac{n-k}{n}$ , где

- **n** - длина блока
- **k** - информационных бит в блоке

### 2. Относительное время передачи файла

Считается по формуле:  $T_{\phi} = \left(\frac{M}{k}\right) * n * T * L$ , где

- **n** - длина блока
- **k** - информационных бит в блоке
- **M** - число бит в файле
- **1/T** - скорость передачи данных
- **L** - среднее число попыток передачи каждого блока
  - Считается по формуле  $L = \frac{1}{p_0}$ , где  $p_0 = \frac{N_v}{N}$ ,  $N_v$  — число верно принятых блоков,  $N$  – общее число переданных блоков

Для проверки 2 критерия был выбран файл:

Size: 177,3 KiB (181 532)

Посмотрим на результаты:

P(bit_error)	n	k	t	Redundancy	Transmission time ( $M * T$ )
0.05	15	5	3	0,6666666667	11,759411
	31	16	3	0,4838709677	17,274199
	63	45	3	0,2857142857	64,958797
0.01	15	7	2	0,5333333333	4,520147
	31	21	2	0,3225806452	3,657299
	63	51	2	0,1904761905	4,219342
0.005	4	7	1	0,4285714286	3,290728
	15	7	2	0,5333333333	4,195002
	31	21	2	0,3225806452	3,130269
	63	51	2	0,1904761905	3,078141

- Вероятность ошибки на бит уменьшается с увеличением размера блока при всех значения вероятности ошибки
- Время передачи не имеет однозначной интерпритации

## 4 Вывод

Для блоков с размерами  $n = 7, 15, 31, 63$  и образующих полиномов определено минимальное число проверочных символов  $(n - k)$  для каждого значения длины кода  $n$ , достигающим необходимой помехоустойчивости — вероятность ложного приема блока не превышает  $1.0e - 6$ .

Для каждой вероятности ошибки на бит выбран лучший код  $(n, k)$ :

**Критерий 1:** выбраны результаты, в который значение избыточности минимально.

**Критерий 2:**

1. **0.05** —  $(n: 15, k: 5)$
2. **0.01** —  $(n: 31, k: 21)$
3. **0.005** —  $(n: 63, k: 51)$