

**Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет  
информационных технологий, механики  
и оптики**

Кафедра информатики и прикладной математики

**Сети ЭВМ и Телекоммуникации**

Лабораторная работа 1



Старался: Шкаруба Н.Е.  
Группа: Р3318  
2017

**Задача:**

Необходимо выполнить логическое и физическое  
кодирование исходного сообщения в соответствии с

заданными методами кодирования, провести сравнительный анализ рассматриваемых методов кодирования, выбрать и обосновать наилучший метод для передачи исходного сообщения.

**Подготовка данных:**

Сообщение в текстовом виде: **Шкаруба Н.Е.**

Сообщение в 16м представлении: **D8 DA E0 F0 D3 E1 E0 20 CD 2E C5 2E**

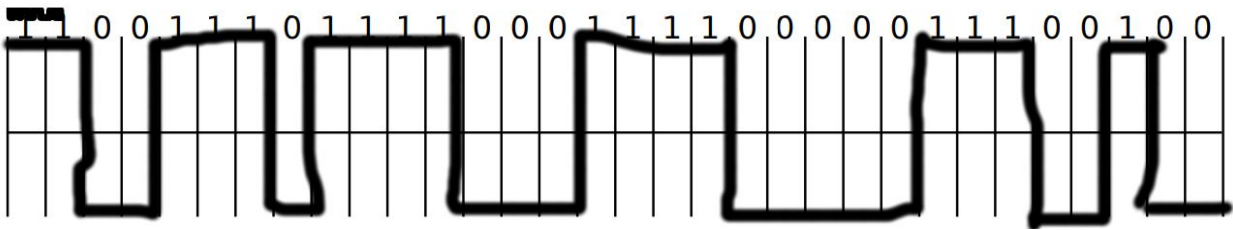
Длина сообщения: **12 байт или 96 бит**

Результаты кодирования указаны для первых четырех байтов.

$c = 10$  Мбит/с

## Физическое кодирование

NRZ:



- $F_0 = 1/2tb = c/2 = 5 \text{ МГц}$
- $F_H = 1/16tb = 0.625 \text{ МГц}$
- $F_B = 7 \cdot f_0 = 35 \text{ МГц}$
- $F = (35 - 0.625) = 34.375 \text{ МГц}$
- $F_{cp} = (8/4 + 9/6 + 2/2 + 8/16 + 5/10) \cdot c/32 = 1,7 \text{ МГц}$

RZ:

- $F_0 = 1/tb = c = 10 \text{ МГц}$
- $F_H = 1/2tb = 5 \text{ МГц}$
- $F_B = 7 \cdot f_0 = 70 \text{ МГц}$
- $F = (70 - 5) = 65 \text{ МГц}$  е.  $f_{cp} = (20/2 + 12) \cdot c/32 = 6,8 \text{ МГц}$
- $F_{cp} = (20/2 + 12) \cdot c/32 = 6,8 \text{ МГц}$

Потенциальный код 2B1Q:

- $F_0 = 1/4tb = c/4 = 2.5 \text{ МГц}$
- $F_H = 1/16tb = 0.625 \text{ МГц}$
- $F_B = 7/2 \cdot f_0 = 17.5 \text{ МГц}$
- $F = (17.5 - 0.625) = 16.875 \text{ МГц}$
- $F_{cp} = (8/4 + 12/12 + 4/8 + 8/16) \cdot c/32 = 0,9 \text{ МГц}$

Сравнение:

	NRZ	RZ	2B1Q
Минимизация спектра	+	-	+
Самосинхронизация	-	+	-
Постоянная составляющая	+	-	+
Обнаружение ошибок и их исправление	-	+	-
Низкая стоимость реализации	+	-	-

На основе данных таблицы можно выбрать два метода – **NRZ**, т.к. он обладает наиболее важными свойствами + при этом он дешевый, хоть и из-за того, что он не самосинхронизируется, нужно протягивать дополнительную линию для синхронизации сигнала.



## Логическое кодирование

Метод 4B5B

<i>Исходные символы</i>	<i>Результирующие символы</i>	<i>Исходные символы</i>	<i>Результирующие символы</i>
0000	11110	1000	10010
0001	01001	1001	10011
0010	10100	1010	10110
0011	10101	1011	10111
0100	01010	1100	11010
0101	01011	1101	11011
0110	01110	1110	11100
0111	01111	1111	11101

Шестнадцатеричное представление:

**D8 DA E0 F0 D3 E1 E0 20 CD 2E C5 2E**

Код 4B5B:

**D7 79 CE 77 9C E5 29 ED 2A 9C D7 29 C0**

Двоичное представление 4B5B:

**11010111 01111001 11001110 01110111 10011100 11100101 00101001 11101101 00101010 10011100  
11010111 00101001 1100**

Длина сообщения: **15 байт (120 бит)**

Избыточность: **25%**

- $F_0 = 1/2tb = c/2 = 5 \text{ МГц}$
- $F_H = 1/14tb = 0.714 \text{ МГц}$
- $F_B = 7 \cdot f_0 = 35 \text{ МГц}$
- $F = (35 - 0.714) = 34.286 \text{ МГц}$
- $F_{cp} = (8/4 + 12/6 + 12/2 + 8/8) \cdot c/32 = 3.4 \text{ МГц}$

Характеристики не существенно изменились, однако этот способ кодирования помогает обезопасить передачу данных от ошибок без усложнения аппаратуры

## Скремблирование сообщения

Т.к. мы кодируем не более 32 битов, то достаточно выбрать полином  $B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$

16-й код: D2 24 4B C2 B4 DD A6 CF 50 BC BC 44

2-й код: 11010010 00100100 01001011 11000010 10110100 11011101 10100110 11001111 01010000  
10111100 10111100 01000100

$B_1 = A_1 = 1$	$B_{17} = A_{17} \oplus B_{14} \oplus B_{12} = 0$
$B_2 = A_2 = 1$	$B_{18} = A_{18} \oplus B_{15} \oplus B_{13} = 1$
$B_3 = A_3 = 0$	$B_{19} = A_{19} \oplus B_{16} \oplus B_{14} = 0$
$B_4 = A_4 \oplus B_1 = 1$	$B_{20} = A_{20} \oplus B_{17} \oplus B_{15} = 0$
$B_5 = A_5 \oplus B_2 = 0$	$B_{21} = A_{21} \oplus B_{18} \oplus B_{16} = 1$
$B_6 = A_6 \oplus B_3 \oplus B_1 = 0$	$B_{22} = A_{22} \oplus B_{19} \oplus B_{17} = 0$
$B_7 = A_7 \oplus B_4 \oplus B_2 = 1$	$B_{23} = A_{23} \oplus B_{20} \oplus B_{18} = 1$
$B_8 = A_8 \oplus B_5 \oplus B_3 = 0$	$B_{24} = A_{24} \oplus B_{21} \oplus B_{19} = 1$
$B_9 = A_9 \oplus B_6 \oplus B_4 = 0$	$B_{25} = A_{25} \oplus B_{22} \oplus B_{20} = 1$
$B_{10} = A_{10} \oplus B_7 \oplus B_5 = 0$	$B_{26} = A_{26} \oplus B_{23} \oplus B_{21} = 1$
$B_{11} = A_{11} \oplus B_8 \oplus B_6 = 1$	$B_{27} = A_{27} \oplus B_{24} \oplus B_{22} = 0$
$B_{12} = A_{12} \oplus B_9 \oplus B_7 = 0$	$B_{28} = A_{28} \oplus B_{25} \oplus B_{23} = 0$
$B_{13} = A_{13} \oplus B_{10} \oplus B_8 = 0$	$B_{29} = A_{29} \oplus B_{26} \oplus B_{24} = 0$
$B_{14} = A_{14} \oplus B_{11} \oplus B_9 = 1$	$B_{30} = A_{30} \oplus B_{27} \oplus B_{25} = 0$
$B_{15} = A_{15} \oplus B_{12} \oplus B_{10} = 0$	$B_{31} = A_{31} \oplus B_{28} \oplus B_{26} = 1$
$B_{16} = A_{16} \oplus B_{13} \oplus B_{11} = 0$	$B_{32} = A_{32} \oplus B_{29} \oplus B_{27} = 0$

- $F_0 = 1/2t_b = c/2 = 5 \text{ МГц}$
- $F_H = 1/8t_b = 1.25 \text{ МГц}$
- $F_B = 7 \cdot f_0 = 35 \text{ МГц}$
- $F = (35 - 1.25) = 33.75 \text{ МГц}$
- $F_{cp} = (8/4 + 6/6 + 10/2 + 8/8) \cdot c/32 = 3.4 \text{ МГц}$

Характеристики не существенно изменились, однако этот способ кодирования помогает обезопасить передачу данных от ошибок.

### Вывод:

По итогам проделанной работы, лучшим из физических типов кодирования по соотношению характеристик является NRZ, потому что он обеспечивает достаточно безопасную передачу данных при относительно невысокой стоимости.

Среди логических типов кодирования явного фаворита нет, так как характеристики обоих рассмотренных методов примерно равноценны, однако если учитывать увеличение длины сигнала при использовании 4B/5B, лучшим является скремблирование.