

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования

Университет ИТМО

Дисциплина: Компьютерные сети

## **Лабораторная работа 1**

**Выполнил:**

Кузнецов Максим Александрович

**Группа:** Р33131

**Преподаватель:**

Тропченко Андрей Александрович

2023 г.

Санкт-Петербург

## Цель работы

- Изучение методов физического кодирования.
- Изучение методов логического кодирования.
- Проведение сравнительного анализа используемых способов кодирования для выявления их достоинств и недостатков.
- Определение наилучшего способа кодирования для передачи исходного сообщения.

## Этап 1. Формирование сообщения

**Исходное сообщение:** Кузнецов М.А.

**В шестнадцатеричном коде:** CAF3E7EDE5F6EEE220CC2EC02E

**В двоичном коде:** 11001010 11110011 11100111 11101101 11100101 11110110  
11101110 11100010 00100000 11001100 00101110 11000000 00101110

**Длина сообщения:** 13 байт (104 бита)

**Пропускная способность канала связи (C):** 1 Гбит/с

## Этап 2. Физическое кодирование исходного сообщения

M2 - манчестерский код

**Верхняя граница частот:**  $T = t, t = \frac{1}{C} \rightarrow f_B = \frac{1}{T} = C = 1000 \text{ МГц}$

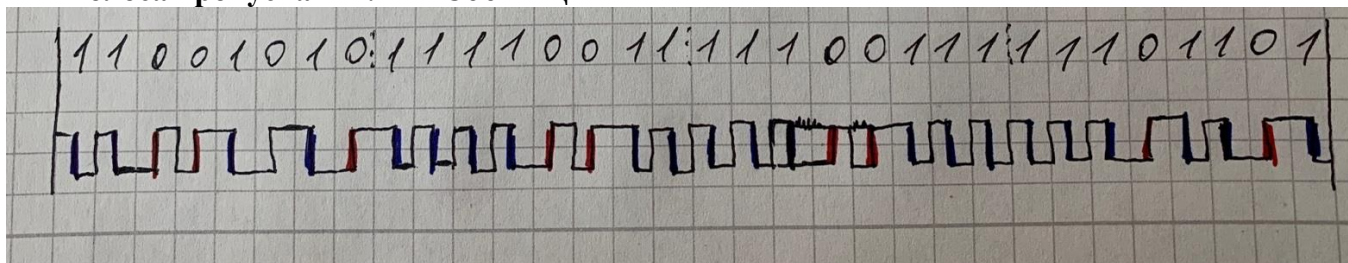
**Нижняя граница частот:**  $T = 2t \rightarrow f_H = \frac{C}{2} = 500 \text{ МГц}$

**Середина спектра:**  $f_{1/2} = (f_H + f_B)/2 = 750 \text{ МГц}$

**Средняя частота:**  $f_{cp} = (118 * f_0 + 90 * f_0/2) / 208 = 783.6 \text{ МГц}$

**Ширина спектра сигнала:**  $S = f_B - f_H = 500 \text{ МГц}$

**Полоса пропускания:**  $F = 500 \text{ МГц}$



DIF\_M2 - дифференциальный манчестерский код

**Верхняя граница частот:**  $T = t, t = \frac{1}{C} \rightarrow f_B = \frac{1}{T} = C = 1000 \text{ МГц}$

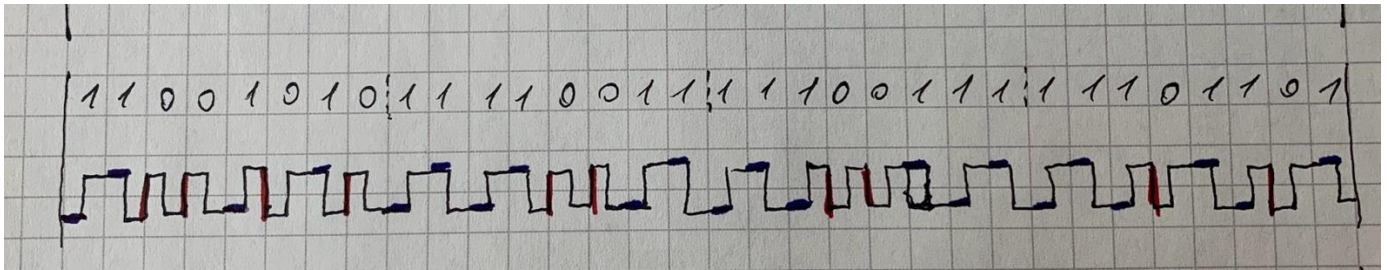
**Нижняя граница частот:**  $T = 2t \rightarrow f_H = \frac{C}{2} = 500 \text{ МГц}$

**Середина спектра:**  $f_{1/2} = (f_H + f_B)/2 = 750 \text{ МГц}$

**Средняя частота:**  $f_{cp} = (94 * f_0 + 2 * 57 * f_0/2) / 208 = 725.9 \text{ МГц}$

**Ширина спектра сигнала:**  $S = f_B - f_H = 500 \text{ МГц}$

Полоса пропускания:  $F = 500 \text{ МГц}$



NRZ - потенциальный код без возврата к нулю

Верхняя граница частот:  $T = 2t, t = \frac{1}{C} \rightarrow f_B = \frac{1}{T} = C/2 = 500 \text{ МГц}$

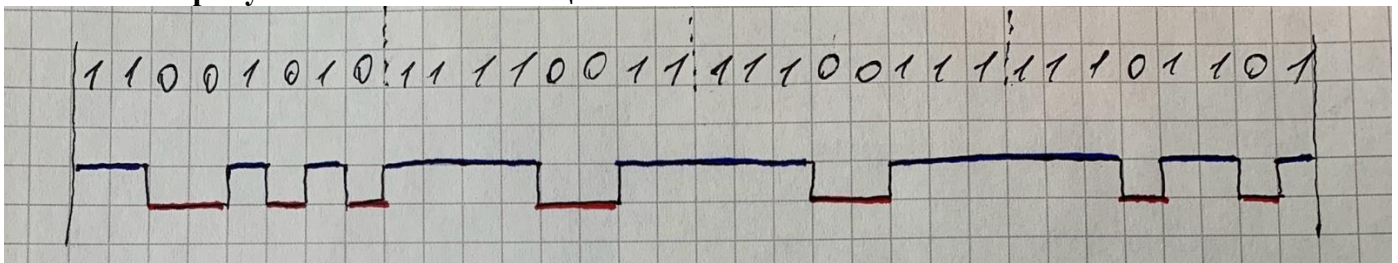
Нижняя граница частот:  $T = 16t \rightarrow f_H = \frac{C}{16} = 62.5 \text{ МГц}$

Середина спектра:  $f_{1/2} = (f_H + f_B)/2 = 281.25 \text{ МГц}$

Средняя частота:  $f_{cp} = (20 * f_0/1 + 22 * f_0/2 + 21 * f_0/3 + 12 * f_0/4 + 15 * f_0/5 + 6 * f_0/6 + 8 * f_0/8)/104 = 221.1 \text{ МГц}$

Ширина спектра сигнала:  $S = f_B - f_H = 437.5 \text{ МГц}$

Полоса пропускания:  $F = 438 \text{ МГц}$



RZ - биполярный импульсный код

Верхняя граница частот:  $T = t, t = \frac{1}{C} \rightarrow f_B = \frac{1}{T} = C = 1000 \text{ МГц}$

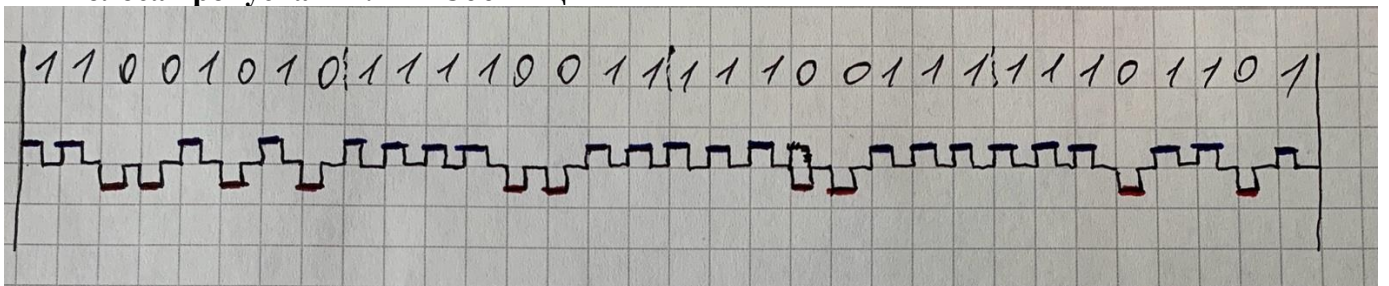
Нижняя граница частот:  $T = 2t \rightarrow f_H = \frac{C}{2} = 500 \text{ МГц}$

Середина спектра:  $f_{1/2} = (f_H + f_B)/2 = 750 \text{ МГц}$

Средняя частота:  $f_{cp} = (173 * f_0 + 7 * f_0/2.5)/180 = 976.(6) \text{ МГц}$

Ширина спектра сигнала:  $S = f_B - f_H = 500 \text{ МГц}$

Полоса пропускания:  $F = 500 \text{ МГц}$



## AMI - биполярное кодирование с чередующейся инверсией

**Верхняя граница частот:**  $T = 2t, t = \frac{1}{C} \rightarrow f_B = \frac{1}{T} = C/2 = 500 \text{ МГц}$

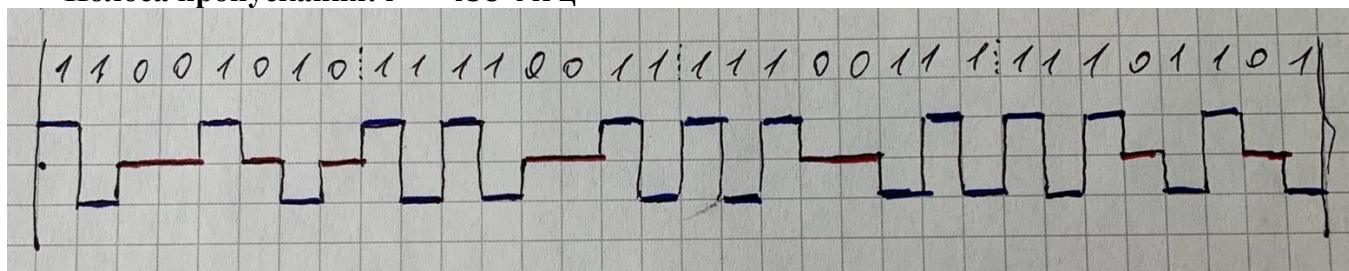
**Нижняя граница частот:**  $T = 16t \rightarrow f_H = \frac{C}{16} = 62.5 \text{ МГц}$

**Середина спектра:**  $f_{1/2} = (f_H + f_B)/2 = 281.25 \text{ МГц}$

**Средняя частота:**  $f_{cp} = (71 * f_0/1 + 10 * f_0/2 + 6 * f_0/3 + 4 * f_0/4 + 5 * f_0/5 + 8 * f_0/8)/104 = 389.4 \text{ МГц}$

**Ширина спектра сигнала:**  $S = f_B - f_H = 437.5 \text{ МГц}$

**Полоса пропускания:**  $F = 438 \text{ МГц}$



## Сравнительный анализ

Метод кодирования	Спектр сигнала (МГц)	Самосинхронизация	Постоянная составляющая	Обнаружение ошибок
<b>M2</b>	500	есть	нет	есть
<b>DIF_M2</b>	500	есть	нет	есть
<b>NRZ</b>	437.5	нет	есть	нет
<b>RZ</b>	500	есть	нет	есть
<b>AMI</b>	437.5	нет	есть	есть

Лучшими способами кодирования являются M2 и DIF\_M2, так как:

- они обеспечивают отсутствие постоянной составляющей → наиболее качественная передача сигнала;
- данные способы кодирования обладают самосинхронизацией и механизмом обнаружения ошибок.
- M2 и DIF\_M2 необходимо всего 2 уровня сигнала.

### Этап 3. Логическое (избыточное) кодирование исходного сообщения - (4В/5В)

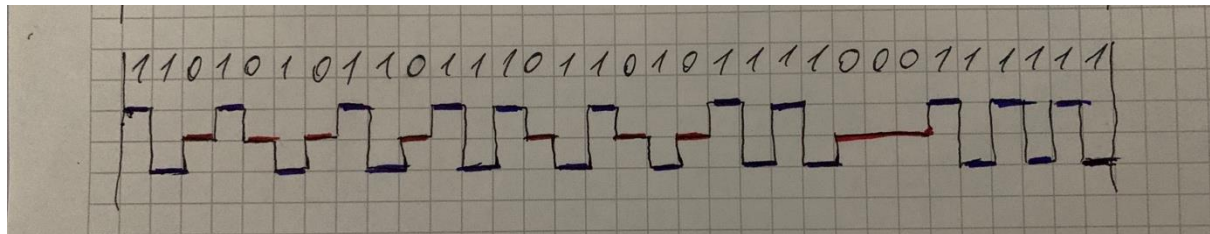
**В двоичном коде:** 11010101 10111011 01011110 00111111 10011011 11100010  
11111010 11101110 01110011 10010100 10100111 10110101 10101010  
01110011 01011110 10100111 00

**В шестнадцатеричном коде:** 35 6E D7 8F E6 F8 BE BB 9C E5 29 ED 6A 9C D7  
A9 C

**Длина сообщения:** 16.25 байт (130 бит)

**Избыточность:** 25%

**AMI**



**Верхняя граница частот:**  $T = 2t, t = \frac{1}{C} \rightarrow f_B = \frac{1}{T} = C/2 = 500 \text{ МГц}$

**Нижняя граница частот:**  $T = t/3 \rightarrow f_H = \frac{C}{3} = 166. (6) \text{ МГц}$

**Середина спектра:**  $f_{1/2} = \frac{f_H + f_B}{2} = 333,5 \text{ МГц}$

**Средняя частота:**  $f_{cp} = (29f_B + 3f_H/3)/32 = 437,5 \text{ МГц}$

**Ширина спектра сигнала:**  $S = f_B - f_H = 333 \text{ МГц}$

**Полоса пропускания:**  $F = 333 \text{ МГц}$

### Этап 4. Скремблирование исходного сообщения

$$B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$$

**Исходное сообщение:** 11001010 11110011 11100111 11101101

B1=A1=1

B2=A2=1

B3=A3=0

B4=A4⊕B1=0⊕1=1

B5=A5⊕B2=1⊕1=0

B6=A6⊕B3⊕B1=0⊕0⊕1=1

B7=A7⊕B4⊕B2=1⊕1⊕1=1

B8=A8⊕B5⊕B3=0⊕0⊕0=0

B9=A9⊕B6⊕B4=1⊕1⊕1=1

B10=A10⊕B7⊕B5=1⊕1⊕0=0

B11=A11⊕B8⊕B6=1⊕0⊕1=0

B12=A12⊕B9⊕B7=1⊕1⊕1=1

B13=A13⊕B10⊕B8=0⊕0⊕0=0

B14=A14⊕B11⊕B9=0⊕0⊕1=1

B15=A15⊕B12⊕B10=1⊕1⊕0=0

B16=A16⊕B13⊕B11=1⊕0⊕0=1

B17=A17⊕B14⊕B12=1⊕1⊕1=1

B18=A18⊕B15⊕B13=1⊕0⊕0=1

B19=A19⊕B16⊕B14=1⊕1⊕1=1

B20=A20⊕B17⊕B15=0⊕1⊕0=1

B21=A21⊕B18⊕B16=0⊕1⊕1=0

B22=A22⊕B19⊕B17=1⊕1⊕1=1

B23=A23⊕B20⊕B18=1⊕1⊕1=1



$B_{24}=A_{24} \oplus B_{21} \oplus B_{19}=1 \oplus 0 \oplus 1=0$   
 $B_{25}=A_{25} \oplus B_{22} \oplus B_{20}=1 \oplus 1 \oplus 1=1$   
 $B_{26}=A_{26} \oplus B_{23} \oplus B_{21}=1 \oplus 1 \oplus 0=0$   
 $B_{27}=A_{27} \oplus B_{24} \oplus B_{22}=1 \oplus 0 \oplus 1=0$   
 $B_{28}=A_{28} \oplus B_{25} \oplus B_{23}=0 \oplus 1 \oplus 1=0$   
 $B_{29}=A_{29} \oplus B_{26} \oplus B_{24}=1 \oplus 0 \oplus 0=1$   
 $B_{30}=A_{30} \oplus B_{27} \oplus B_{25}=1 \oplus 0 \oplus 1=0$   
 $B_{31}=A_{31} \oplus B_{28} \oplus B_{26}=0 \oplus 0 \oplus 0=0$   
 $B_{32}=A_{32} \oplus B_{29} \oplus B_{27}=1 \oplus 1 \oplus 0=0$

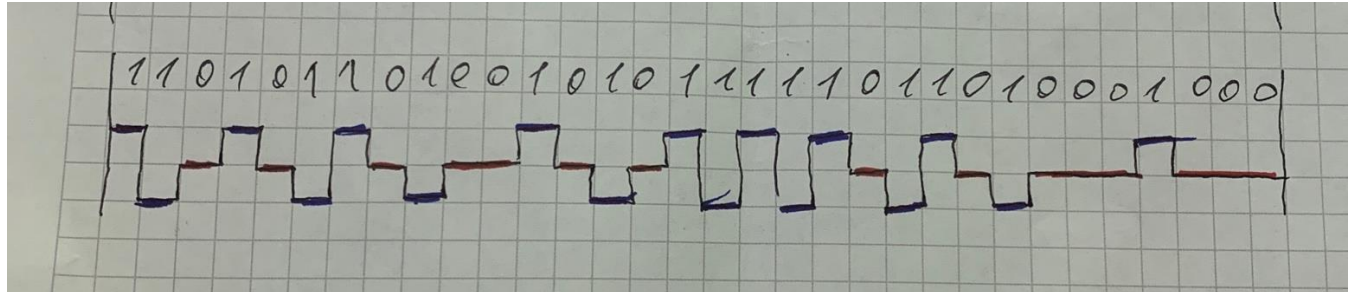
**Получившееся сообщение:** 1101 0110 1001 0101 1111 0110 1000 1000

**В шестнадцатеричном коде:** D6 95 F6 88

**Длина сообщения:** 4 байт (32 бита)

**Максимальное количество повторяющихся символов:** 5

AMI



**Верхняя граница частот:**  $T = 2t, t = \frac{1}{C} \rightarrow f_v = \frac{1}{T} = C/2 = 500 \text{ МГц}$

**Нижняя граница частот:**  $T = 3t \rightarrow f_n = \frac{C}{3} = 166. (6) \text{ МГц}$

**Середина спектра:**  $f_{1/2} = (f_n + f_v)/2 = 333.5 \text{ МГц}$

**Средняя частота:**  $f_{cp} = (24f_v + 2f_v/2 + 6f_v/3)/32 = 421.8 \text{ МГц}$

**Ширина спектра сигнала:**  $S = f_v - f_n = 333 \text{ МГц}$

**Полоса пропускания:**  $F = 333 \text{ МГц}$

## Сравнительный анализ (логическое кодирование)

Метод кодирования	Полезная пропускная способность	Спектр	Синхронизация	Обнаружение ошибок	Реализация
<b>Избыточное 4B/5B</b>	Уменьшается	Уменьшается	Есть	Есть	Простая
<b>Скремблирование</b>	Сохраняется	Зависит	Нет	Нет	Доп. затраты

Наилучший способ логического кодирования – избыточное, потому что:

- Возможность синхронизации
- Сужение спектра

- Обнаружение ошибок
- Простой

## Вывод

В ходе выполнения данного задания я:

- познакомился с разными методами физического и логического кодирования сообщений, проанализировал достоинства и недостатки каждого.
- у каждого свои достоинства и недостатки, мы же пытаемся в зависимости от исходных данных и условий выбрать оптимальный. В моем случае таковым являются M2 и DIF\_M2.
- убедился в эффективности избыточного кодирования