

Национальный исследовательский университет информационных технологий,  
механики и оптики  
Кафедра вычислительной техники  
Сети ЭВМ и телекоммуникации

Лабораторная работа №2  
«Кодирование данных в телекоммуникационных сетях»

Работу выполнил студент группы Р3315  
*Халанский Дмитрий*

Санкт-Петербург, 2016

## 1. Цели работы

- Изучение различных методов физического и логического кодирования данных;
- Определение критериев выбора метода кодирования;
- Кодирование тестового сообщения несколькими методами;
- Выбор методов кодирования, наиболее подходящих для кодирования данного сообщения.

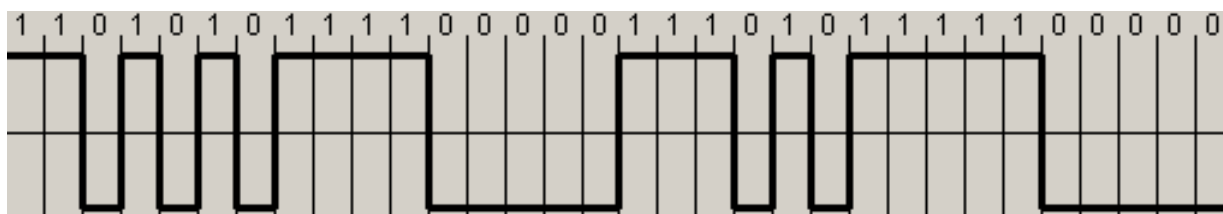
## 2. Исходные данные

1. Фамилия и инициалы студента: *Халанский Д. В.*;
2. Представление в HEX: D5E0EBE0EDF1EAE8E920C42E20C22E;
3. Представление в двоичном виде:  
11010101 11100000 11101011 11100000 11101101 11110001 11101010 11101000  
11101001 00100000 11000100 00101110 00100000 11000010 00101110;
4. Длина сообщения: 15 байтов, или 120 бит;
5. Первые четыре байта сообщения: *Хала*;
6. Их представление в HEX: D5E0EBE0.

## 3. Результаты работы

### 3.1. Физическое кодирование

#### 3.1.1. NRZ



Частота основной гармоники  $f_0 = \frac{C}{2}$

Нижняя граница частоты  $f_n = \frac{f_0}{5} = \frac{1}{10}C$

Верхняя граница частоты  $f_v = 7 \cdot f_0 = \frac{7}{2}C$

Полоса пропускания  $f_v - f_n = 6.8f_0 = \frac{17}{5}C$

Среднее значение частоты  $\frac{1}{32}(8 \cdot f_0 + \frac{2}{2}f_0 + \frac{3}{3}f_0 + \frac{4}{4}f_0 + \frac{15}{5}f_0) = \frac{7}{16}f_0 = \frac{7}{32}C$

### 3.1.2. RZ



Частота основной гармоники  $f_0 = C$

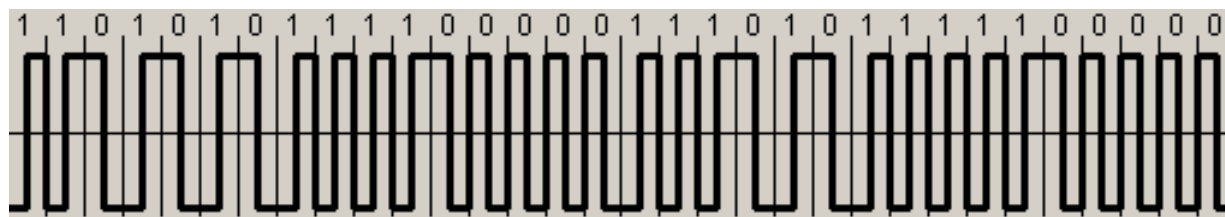
Нижняя граница частоты  $f_n = \frac{f_0}{2} = \frac{1}{2}C$

Верхняя граница частоты  $f_b = 7 \cdot f_0 = 7C$

Полоса пропускания  $f_b - f_n = 6.5f_0 = 6.5C$

Среднее значение частоты  $f_0 = C$

### 3.1.3. Manchester



Частота основной гармоники  $f_0 = C$

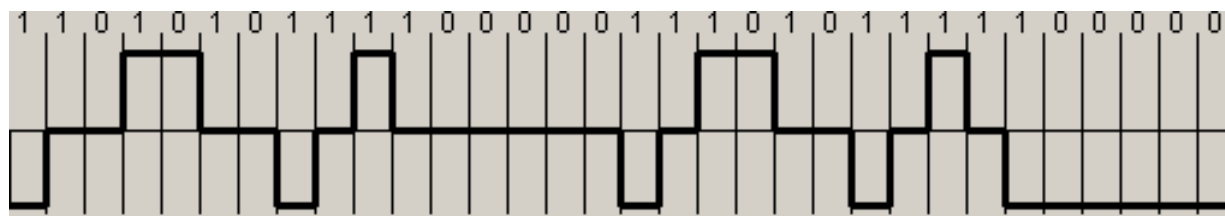
Нижняя граница частоты  $f_n = \frac{f_0}{2} = 0.5C$

Верхняя граница частоты  $f_b = 7 \cdot f_0 = 7C$

Полоса пропускания  $f_b - f_n = 6.5f_0 = 6.5C$

Среднее значение частоты  $\frac{1}{64}(38 \cdot f_0 + \frac{26}{2}f_0) = \frac{41}{64}f_0 = \frac{41}{64}C$

### 3.1.4. MLT-3



Частота основной гармоники  $f_0 = \frac{C}{4}$

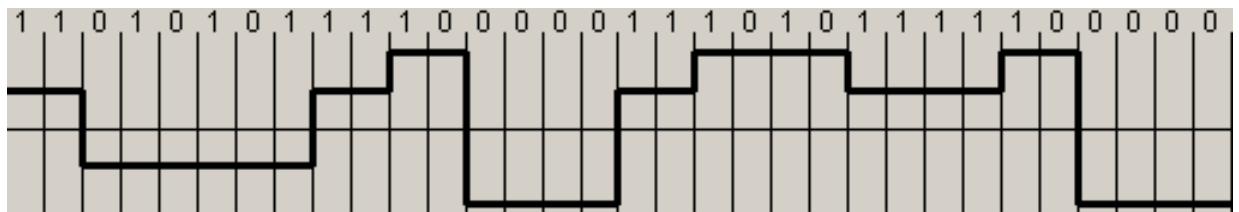
Нижняя граница частоты  $f_n = \frac{f_0}{6} = \frac{1}{24}C$

Верхняя граница частоты  $f_{\text{в}} = 7 \cdot f_0 = \frac{7}{4}C$

Полоса пропускания  $f_{\text{в}} - f_{\text{н}} = 6\frac{5}{6}f_0$

Среднее значение частоты  $\frac{1}{32}(10 \cdot f_0 + \frac{10}{2}f_0 + \frac{12}{6}f_0) = \frac{17}{32}f_0 = \frac{17}{128}C$

### 3.1.5. 2B1Q



Частота основной гармоники  $f_0 = \frac{C}{4}$

Нижняя граница частоты  $f_{\text{н}} = \frac{f_0}{6} = \frac{1}{24}C$

Верхняя граница частоты  $f_{\text{в}} = 7 \cdot f_0 = \frac{7}{4}C$

Полоса пропускания  $f_{\text{в}} - f_{\text{н}} = 6\frac{5}{6}f_0 = \frac{41}{24}C$

Среднее значение частоты  $\frac{1}{32}(10 \cdot f_0 + \frac{16}{4}f_0 + \frac{6}{6}f_0) = \frac{15}{32}f_0 = \frac{15}{128}C$

## 3.2. Логическое кодирование

### 3.2.1. 4B5B

Представление в HEX: DAF9EE5F9EE6FA9E5B92E4E9ED2A9CA7B54A70

Представление в двоичном виде:

11011010 11111001 11101110 01011111 10011110 11100110 11111010 10011110 01011011  
10010010 11100100 11101001 11101101 00101010 10011100 10100111 10110101 01001010  
011100

Избыточность — 0.25: на каждые 4 бита приходится служебный.

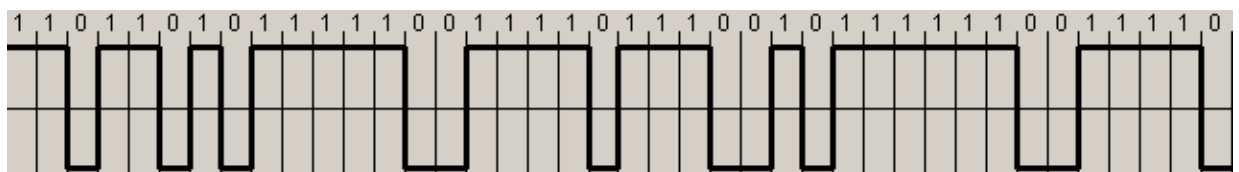
Использованное физическое кодирование: NRZ.

Нижняя граница частоты  $f_{\text{н}} = \frac{f_0}{6} = \frac{1}{12}C$

Верхняя граница частоты  $f_{\text{в}} = 7 \cdot f_0 = \frac{7}{2}C$

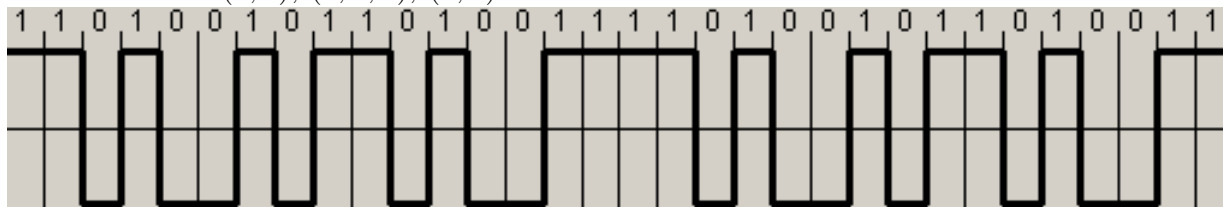
Полоса пропускания  $f_{\text{в}} - f_{\text{н}} = 6\frac{5}{6}f_0 = \frac{41}{12}C$

Среднее значение частоты  $\frac{1}{32}(8 \cdot f_0 + \frac{10}{2}f_0 + \frac{3}{3}f_0 + \frac{8}{4}f_0 + \frac{5}{5}f_0 + \frac{6}{6}f_0) = \frac{9}{16}f_0 = \frac{9}{32}C$



### 3.2.2. Scrambling

Был выбран метод скремблирования  $B_i = A_i \oplus B_{i-5} \oplus B_{i-7}$ , поскольку с ним максимальная последовательность единиц в результирующем сообщении — четыре, нулей — два; в то же время с методом  $B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$  — по пять. Худшие результаты дали и полиномы (2, 4), (3, 5, 7), (3, 6).



Нижняя граница частоты  $f_n = \frac{f_0}{4} = \frac{1}{8}C$

Верхняя граница частоты  $f_v = 7 \cdot f_0 = \frac{7}{2}C$

Полоса пропускания  $f_v - f_n = 6.75f_0 = \frac{27}{8}C$

Среднее значение частоты  $\frac{1}{32}(12 \cdot f_0 + \frac{16}{2}f_0 + \frac{4}{4}f_0) = \frac{21}{32}f_0 = \frac{21}{64}C$

## 4. Вывод

Среди физических способов кодирования 2B1Q имеет наименьшую полосу пропускания, но требует сложного оборудования. Манчестерский и RZ обладают свойством синхронизации, и Манчестерский выгодно отличается тем, что RZ работает на трёх уровнях сигнала.

Среди логических способов кодирования полоса пропускания ниже у скремблирования; в то же время 4B5B позволяет определять ошибки при передаче в силу избыточности сообщения.