

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МЕХАНИКИ И ОПТИКИ»



Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Дисциплина:
«Компьютерные сети»

ОТЧЕТ ПО ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ
Часть 1

Выполнил:
Студент гр. Р33151
Соловьев Артемий Александрович

Проверил:
Тропченко Андрей Александрович

Санкт-Петербург
2024г.

Цель работы

- Изучение методов физического кодирования;
- Изучение методов логического кодирования;
- Проведение сравнительного анализа используемых способов кодирования;
- Определение наилучшего способа кодирования для передачи исходного сообщения.

Этап 1. Формирование сообщения

Исходное сообщение: Соловьев А. А.

В шестнадцатеричном формате: D1 EE EB EE E2 FC E5 E2 20 C0 2E 20 C0 2E

В двоичном коде:

11010001 11101110 11101011 11101110 11100010 11111100 11100101 11100010 00100000
11000000 00101110 00100000 11000000 00101110

Длина сообщения: 14 байт (112 бита)

Пропускная способность: 1 Гбит/с

Этап 2. Физическое кодирование исходного формата

M2 – манчестерский код

$$\text{Частота сигнала} = \frac{\text{Пропускная способность}}{\text{Количество бит в одном сигнале}}$$

$$\text{Частота} = \frac{10^9}{2} = 5 \cdot 10^8 \text{ Гц} = 500 \text{ МГц}$$

$$\text{Верхняя граница частот } (f_{\text{в}}) = \frac{1}{2T} = 2 \cdot \text{Частота} = 1000 \text{ МГц}$$

$$\text{Нижняя граница частот } (f_{\text{н}}) = \frac{\text{Верхняя граница частот}}{2} = 500 \text{ МГц}$$

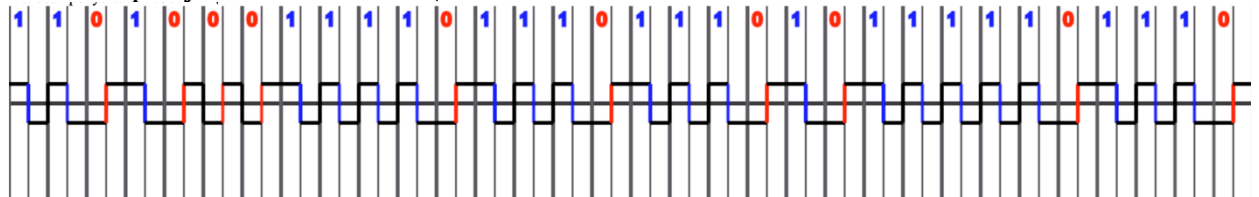
$$\text{Середина спектра: } \frac{f_{\text{н}} + f_{\text{в}}}{2} = 750 \text{ МГц}$$

$$\text{Средняя частота: } f_{\text{ср}} = \frac{(126f_{\text{в}} + 114f_{\text{н}})}{240} = 762.5$$

$$\text{Ширина спектра: } S = f_{\text{в}} - f_{\text{н}} = 500 \text{ МГц}$$

Спектр сигнала: 500 МГц

Полоса пропускания: 500 МГц



DIF_M2 – дифференциальный манчестерский код

$$\text{Частота сигнала} = \frac{\text{Пропускная способность}}{\text{Количество бит в одном сигнале}}$$

$$\text{Частота} = \frac{10^9}{2} = 5 \cdot 10^8 \text{ Гц} = 500 \text{ МГц}$$

$$\text{Верхняя граница частот } (f_B) = \frac{1}{2T} = 2 \cdot \text{Частота} = 1000 \text{ МГц}$$

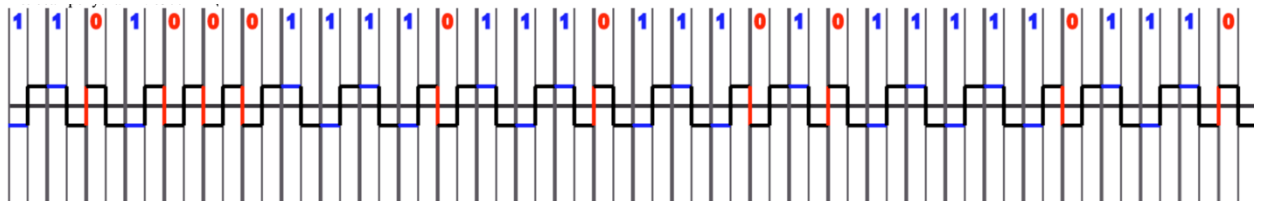
$$\text{Нижняя граница частот } (f_H) = \frac{\text{Верхняя граница частот}}{2} = 500 \text{ МГц}$$

$$\text{Середина спектра: } \frac{f_H + f_B}{2} = 750 \text{ МГц}$$

$$\text{Средняя частота: } f_{\text{cp}} = \frac{(112f_B + 128f_H)}{240} = 733. (3)$$

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

$$\text{Полоса пропускания } 500 \text{ МГц}$$



AMI – биполярное кодирование с чередующейся инверсией

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

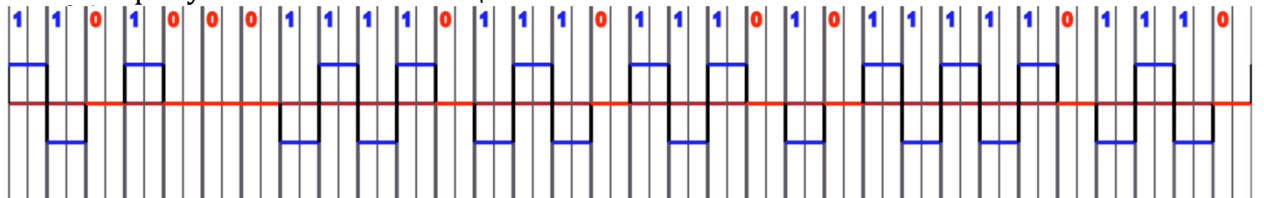
$$\text{Нижняя граница частот } (f_H): T = 9t \rightarrow f_H = \frac{c}{9} = 111. (1) \text{ МГц}$$

$$\text{Середина спектра: } f_{\frac{1}{2}} = \frac{f_H + f_B}{2} = 305. (5) \text{ МГц}$$

$$\text{Средняя частота: } f_{\text{cp}} = \frac{82f_B + \frac{4f_B}{2} + \frac{21f_B}{3} + \frac{8f_B}{4} + \frac{5f_B}{5}}{120} = 391. (6) \text{ МГц}$$

$$\text{Ширина спектра: } S = f_B - f_H = 388. (8) \text{ МГц}$$

$$\text{Полоса пропускания: } = 389 \text{ МГц}$$



NRZ – потенциальный код без возврата к нулю

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

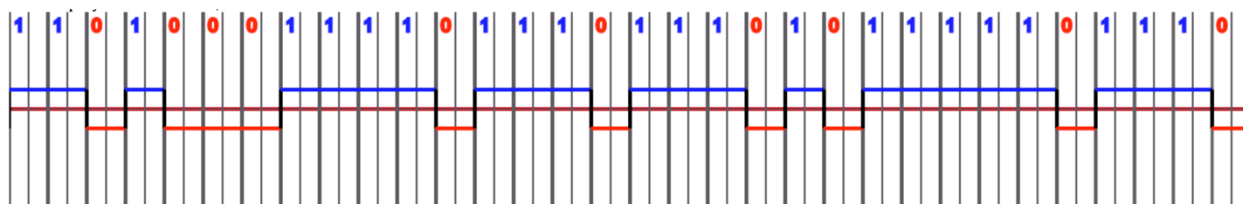
Нижняя граница частот (f_H): $T = 10t \rightarrow f_H = \frac{c}{10} = 100 \text{ МГц}$

Середина спектра: $f_{\frac{1}{2}} = \frac{f_H + f_B}{2} = 300 \text{ МГц}$

Средняя частота: $f_{cp} = \frac{28f_B + \frac{12f_B}{2} + \frac{51f_B}{3} + \frac{24f_B}{4} + \frac{5f_B}{5}}{120} = 241. (6) \text{ МГц}$

Ширина спектра: $S = f_B - f_H = 375 \text{ МГц}$

Полоса пропускания: $= 375 \text{ МГц}$



RZ – биполярный импульсный код

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

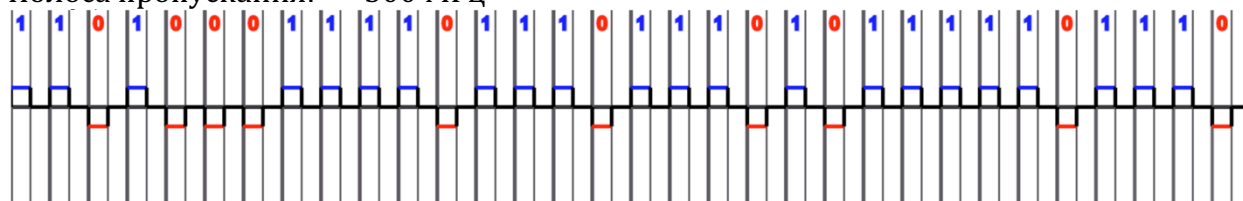
Нижняя граница частот (f_H): $T = 2t \rightarrow f_H = \frac{c}{10} = 500 \text{ МГц}$

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

Средняя частота: $f_{cp} = \frac{185f_B + \frac{11f_B}{2.5}}{196} = 966.3265 \text{ МГц}$

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

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



Сравнительный анализ

Метод кодирования	Спектр сигнала (МГц)	Само-синхронизация	Постоянная составляющая	Обнаружение ошибок	Стоимость реализации
M2	500	+	-	+	2
DIF M2	500	+	-	+	2
AMI	375	-	+	-	1
NRZ	500	+	-	+	3
RZ	388.8	-	+	+	3

Вывод

На основе анализа выбранных методов можно сделать вывод, что лучшими являются методы M2 и DIF_M2, так как они обеспечивают более качественный сигнал по средствам: самосинхронизация и обнаружения ошибок. А также в нем отсутствует постоянная составляющая, что сказывается на преобладании высоких частот. А также помимо перечисленных выше плюсов для них требуется всего 2 уровня сигнала.

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

В двоичном коде:

11011010011110011100111001011111100111001110010100111011101011100010111110010
100101001111011010111101010011100101001111011010111101010011100

В шестнадцатеричном коде: da79ce5f9ce53bae2f94a7b5ea729ed7a9c

Длина сообщения: 14 байт = 112 бит

Избыточность: 25%

Для кодирования AMI

Пропускная способность: 1 Гбит/с

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

Нижняя граница частот: $T = 4t \rightarrow f_H = \frac{c}{4} = 250 \text{ МГц}$

Середина спектра: $\frac{f_B + f_H}{2} = 375 \text{ МГц}$

Средняя частота: $\frac{28f_B + \frac{4f_B}{2}}{32} = 468.75 \text{ МГц}$

Ширина спектра: $f_B - f_H = 250 \text{ МГц}$

Полоса пропускания: 250 МГц

Этап 4. Скремблирование исходного сообщения

Выбранный полином скремблирования: $B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$

Исходное сообщение: 11010001 11101110 11101011 11101110

$B_1 = A_1 = 1$
 $B_2 = A_2 = 1$
 $B_3 = A_3 = 0$
 $B_4 = A_4 \oplus B_1 = 1 \oplus 1 = 0$
 $B_5 = A_5 \oplus B_2 = 1 \oplus 1 = 0$
 $B_6 = A_6 \oplus B_3 \oplus B_1 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$
 $B_7 = A_7 \oplus B_4 \oplus B_2 = 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$
...
 $B_{32} = A_{32} \oplus B_{29} \oplus B_{27} = 0$

Полученное сообщение: 11001110 01010110 10001110 01010110

В шестнадцатеричном: ce568e56

Длина сообщения: 4 байт (32 бита)

Максимальное количество повторяющихся символов подряд: 3

Для кодирования АМІ

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

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

Середина спектра: $\frac{f_B + f_n}{2} = 333. (3) \text{ МГц}$

Средняя частота: $\frac{25f_B + \frac{4f_B}{2} + \frac{3f_B}{3}}{32} = 473.5 \text{ МГц}$

Ширина спектра: $f_B - f_n = 333. (3) \text{ МГц}$

Полоса пропускания: 333 МГц

Сравнительный анализ (логическое кодирование)

Метод кодирования	Полезная пропускная способность	Спектр	Синхронизация	Обнаружение ошибок	Реализация	Дополнительные Временные затраты
4В/5В	Уменьшается	Сужается	Есть	Есть	Простая	Есть
Скремблирование	Сохраняется	По-разному	Нет	Нет	Средней сложности	Есть

В сравнении мы можем увидеть, что использование метода 4В/5В лучше скремблирования, хоть мы и жертвуем полезной пропускной способностью, зато в

большинстве случаев избавляемся от постоянной составляющей, что гарантирует сужение спектра. Также в методе 4B/5B имеется обнаружение ошибок (за счет наличия запрещенных символов) и синхронизация. В случае скремблирования нам нужно подобрать наиболее подходящий полином, что может быть довольно сложной задачей. К минусам обоих методов относятся дополнительные временные затраты на преобразование исходного сообщения.

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы я познакомился с методами физического и логического кодирования, а также произвел анализ различных методов таких кодирований. Из анализа стало понятно, что идеального метода кодирования не существует. У каждого метода есть свои достоинства и недостатки. В моем случае лучшими методами физического кодирования являются M2 и DIF_M2 за счет отсутствия в них постоянной составляющей, а лучшим методом логического кодирования был признан 4B/5B, так как в нем нижняя граница частоты увеличилась в два раза, а метод скремблирования оказался неэффективным (показания изменились незначительно), возможно это из-за того, что был неправильно выбран полином скремблирования.