

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

Домашняя работа №1
«Кодирование данных в телекоммуникационных сетях»

Санкт-Петербург, 2017

1. Цели работы

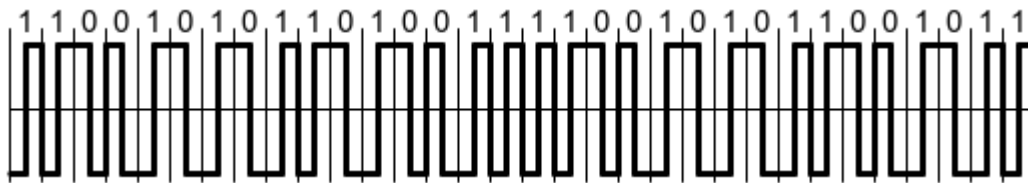
Изучение методов логического и физического кодирования, используемых в цифровых сетях передачи данных.

2. Формирование сообщений

1. Фамилия студента: *КУКЛИНА М.Д.*;
2. Представление в HEX: *CA D3 CA CB C8 CD C0 20 CC 2E C4 2E*;
3. Представление в BIN: *11001010 11010011 11001010 11001011 11001000 11001101 11000000 00100000 11001100 00101110 11000100 00101110*
4. Длина сообщения: *12 байт (96бит)*.
5. Пропускная способность: *10 Мбит/с*.
6. Длительность битового интервала: $t_b = 100$ нс.

Физическое кодирование

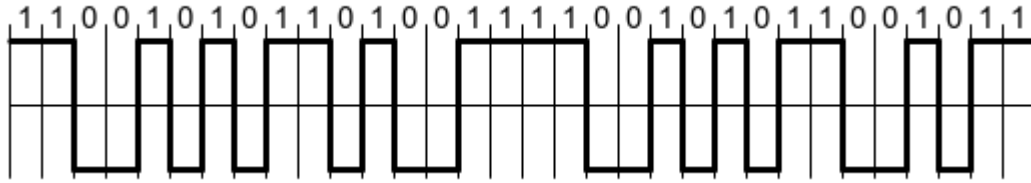
Манчестерское кодирование



1. Частота основной гармоники: $f_0 = \frac{1}{t_b} = 10$ МГц
2. Нижняя граница частот: $f_l = \frac{1}{2t_b} = 5$ МГц
3. Верхняя граница частот: $f_h = 7f_0 = 70$ МГц
4. Полоса пропускания: $f_h - f_l = 70 - 5 = 65$ МГц
5. Среднее значение частоты: $f_{avg} = 30$
(для первых четырёх байт: $f_{avg} = \frac{4}{64}(24 * f_0 + \frac{20 \cdot 2}{2} f_0) = 27.5$)

NRZ

1. Частота основной гармоники: $f_0 = \frac{1}{2C} = 5$ МГц
2. Нижняя граница частот: $f_l = \frac{1}{16t_b} = 0.625$ МГц
3. Верхняя граница частот: $f_h = 7f_0 = 35$ МГц



4. Полоса пропускания: $f_h - f_l = 35 - 0.625 = 34.625$ МГц
5. Среднее значение частоты: $f_{avg} = 10$
(для первых четырёх байт: $f_{avg} = \frac{4}{32}(12f_0 + \frac{16}{2}f_0 + \frac{4}{4}f_0) = 13.750$)

RZ



1. Частота основной гармоники: $f_0 = \frac{1}{t_b} = 10$ МГц
2. Нижняя граница частот: $f_l = \frac{1}{2t_b} = 5$ МГц
3. Верхняя граница частот: $f_h = 7f_0 = 70$ МГц
4. Полоса пропускания: $f_h - f_l = 70 - 5 = 65$ МГц
5. Среднее значение частоты: 30 МГц (для первых четырёх байт: $f_{cp} = 27.5$)

Сравнительный анализ методов физического кодирования

	f_0	f_l , МГц	f_h , МГц	F , МГц	f_{avg} , МГц
М	10	5	70	65	30
NRZ	5	0.625	35	34.625	10
RZ	10	5	70	65	30

В качестве лучшего способа кодирования мною были выбраны манчестерское кодирование и метод кодирования NRZ. Первый из них обеспечивает самосинхронизацию, обнаружение и исправление ошибок на фоне низкой стоимости реализации кодирования и отсутствия постоянной составляющей. Второй же метод, не обладая самосинхронизацией (в исходном сообщении встречаются длинные последовательности нулей и

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

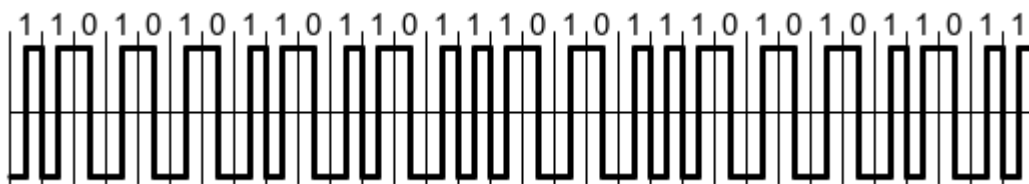
единиц), имеет более высокую минимизацию спектра в сравнении с RZ и более низкую стоимость.

Логическое кодирование

4В/5В

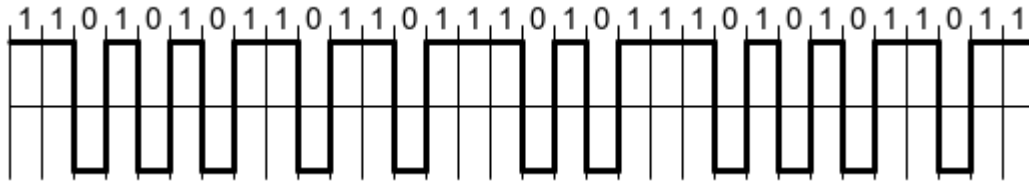
1. Фамилия студента: *КУКЛИНА М.Д.*;
2. Представление в HEX: D5 B7 5D 5B 57 D4 B5 BD 7A 9E D6 A9 CD 2A 9C ;
3. Представление в BIN: 11010101 10110111 01011101 01011011 01010111 11010100
10110101 10111101 01111010 10011110 11010110 10101001 11001101 00101010
10011100
4. Длина сообщения: 12 байт (120 бит).
5. Избыточность: 25 %
6. Пропускная способность: 10 Мбит/с.
7. Длительность битового интервала: $t_b = 100$ нс.

Манчестерское кодирование



1. Частота основной гармоники: $f_0 = \frac{1}{t_b} = 10$ МГц
2. Нижняя граница частот: $f_l = \frac{1}{2t_b} = 5$ МГц
3. Верхняя граница частот: $f_h = 7f_0 = 70$ МГц
4. Полоса пропускания: $f_h - f_l = 70 - 5 = 65$ МГц
5. Среднее значение частоты: $f_{avg} = 26.333$
(для первых четырёх байт: $f_{avg} = \frac{4}{64}(20 * f_0 + \frac{22 \cdot 2}{2} f_0) = 26.25$)

NRZ



1. Частота основной гармоники: $f_0 = \frac{1}{2C} = 5$ МГц
2. Нижняя граница частот: $f_l = \frac{1}{5t_b} = 1$ МГц
3. Верхняя граница частот: $f_h = 7f_0 = 35$ МГц
4. Полоса пропускания: $f_h - f_l = 34$ МГц
5. Среднее значение частоты: $f_{avg} = 13.667$
(для первых четырёх байт: $f_{avg} = \frac{4}{32}(16f_0 + \frac{5 \cdot 2}{2}f_0 + \frac{3 \cdot 2}{3}f_0) = 14.375$)

Сравнительный анализ

	f_0	f_l , МГц	f_h , МГц	F , МГц	f_{avg} , МГц
М	10	5	70	65	26.333
NRZ	5	1	35	34	13.667

Метод кодирования 4В/5В обеспечивает самосинхронизацию кодов (что можно наблюдать на последовательности закодированного сообщения методом NRZ, где ранее наличествующие длинные последовательности нулей и единиц исчезли) и возможность обнаружения ошибок. На фоне данных свойств ряд недостатков метода NRZ уменьшают вес, однако ряд достоинств манчестерского кода преумножаются в цене (к примеру, дополнительная защита от ошибок), вследствие чего манчестерский код лучший для передачи избыточного сообщения.

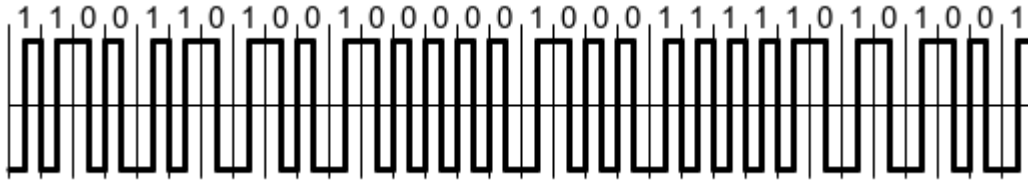
Скремблирование

Алгоритм скремблирования: $B_i = A_i \oplus B_{i-5} \oplus B_{i-7}$ Исходное сообщение: 11001010
11010011 11001010 11001011 11001000 11001101 11000000 00100000 11001100 00101110
11000100 00101110

Скремблированное сообщение (BIN): 11001101 00100000 10001111 10101001 11010101
11001000 00010000 10000101 11101000 10111010 01100011 11110110 Скремблиро-
ванное сообщение (HEX): CD 20 8F A9 D5 C8 10 85 E8 BA 63 F6

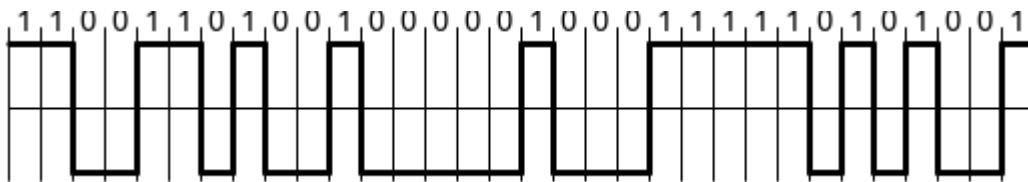
Можно отметить отсутствие в полученном сообщении последовательности из 8-и нулей.

Манчестерское кодирование



1. Частота основной гармоники: $f_0 = \frac{1}{t_b} = 10$ МГц
2. Нижняя граница частот: $f_l = \frac{1}{12t_b} = 5$ МГц
3. Верхняя граница частот: $f_h = 7f_0 = 70$ МГц
4. Полоса пропускания: $f_h - f_l = 70 - 5 = 65$ МГц
5. Среднее значение частоты: $f_{avg} = 30$
(для первых четырёх байт: $f_{avg} = \frac{4}{64}(32 * f_0 + \frac{16 \cdot 2}{2} f_0) = 30$)

NRZ



1. Частота основной гармоники: $f_0 = \frac{1}{2C} = 5$ МГц
2. Нижняя граница частот: $f_l = \frac{1}{6t_b} = 0.8333$ МГц
3. Верхняя граница частот: $f_h = 7f_0 = 35$ МГц
4. Полоса пропускания: $f_h - f_l = 34.167$ МГц
5. Среднее значение частоты: $f_{avg} = 10$
(для первых четырёх байт: $f_{avg} = \frac{4}{32}(9f_0 + \frac{5 \cdot 2}{2} f_0 + \frac{3}{3} f_0 + \frac{5 \cdot 2}{5}) = 10.625$)

Сравнительный анализ

	f_0	f_l , МГц	f_h , МГц	F , МГц	f_{avg} , МГц
М	10	5	70	65	30
NRZ	5	0.8333	35	34.167	10

Если сравнивать полученные данные с данными, полученными в первом пункте, то можно заметить сужение пропускной способности для NRZ, пусть и незначительное;

полученный код содержит меньшее количество последовательных нулей и единиц, что уменьшает вероятность рассинхронизации источника и приёмника, однако он всё ещё уступает манчестерскому кодированию, показатели которого не изменились, что говорит о том, что сравнительно лучше NRZ с точки зрения затрат на скремблирование.

Вывод

В ходе выполнения домашней работы были изучены методы физического и логического кодирования. При передаче исходного сообщения без дополнительных операций над ним лучшие результаты показал манчестерский метод кодирования в сравнении с NRZ и RZ и в виду собственных представлений о полезности свойств (самосинхронизация, отсутствие постоянной составляющей, цена). При анализе методов при избыточном и скремблированном сообщении было обнаружено, что манчестерский метод даёт лучшие характеристики (исключая ширину полосы пропускания) в сравнении с прочими рассмотренными.