**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»**

**Факультет программной инженерии и компьютерной техники**

**Распределённые системы хранения данных**

**Лабораторная работа №1**

Студент:

Кустарев И. П. P33121

Преподаватель:

Тропченко А.

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись преподавателя: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Санкт-Петербург 2023

# Этап 1. Формирование сообщения

Исходное сообщение: Кустарев И. П.

В шестнадцатеричном коде: CA F3 F1 F2 E0 F0 E5 E2 20 C8 2E 20 CF 2E

В двоичном коде:

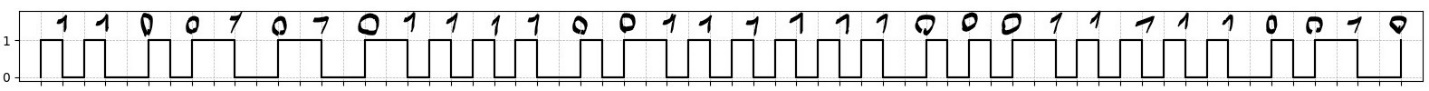
11001010 11110011 11110001 11110010 11100000 11110000 11100101 11100010 00100000 11001000 00101110 00100000 11001111 00101110

Длина сообщения: 14 байт (112 бит)

# Этап 2. Физическое кодирование исходного сообщения

Предположим пропускная способность канала – 100 Мбит/с

**Манчестерский код:**

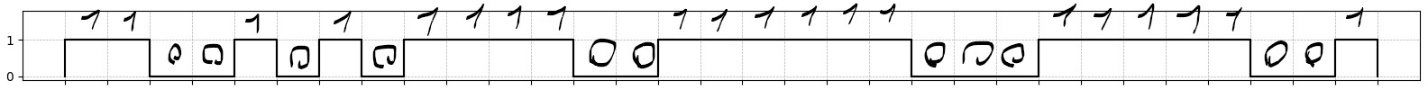


В двоичном коде: 10100101100110011010101001011010101010100101011010101010010110011010100101010101101010100101010110101001011001101010100101011001010110010101010110100101100101010101100110101001010110010101010110100101101010100101100110101001

В шестнадцатеричном коде: A599AA5AAA56AA59A955AA55A966A9595955A59559A95955A5AA59A9

* Верхняя граница: fв = C = 100 МГц
* Нижняя граница: fн = С/2 = 50 МГц
* Спектр сигнала: S = 50 МГц
* Средняя частота: fср = (134\*f0 + 90\*f0/2)/224 = 80 МГц (при том, что f0 = C)
* Полоса пропускания: 60 МГц (F > S)

**Потенциальный код без возврата к нулю (NRZ):**

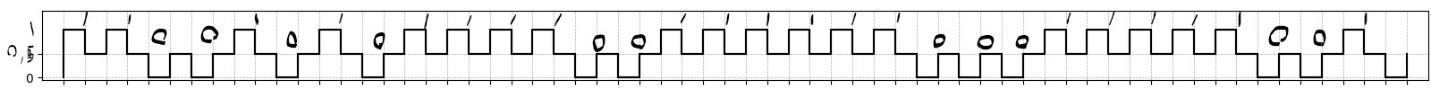


В двоичном коде: 1100101011110011111100011111001011100000111100001110010111100010001000001100100000101110001000001100111100101110

В шестнадцатеричном коде: CAF3F1F2E0F0E5E220C82E20CF2E

* Верхняя граница: fв = C/2 = 50 МГц
* Нижняя граница: fн = fв/6 = 8.333 МГц
* Спектр сигнала: S = 41.666 МГц
* Средняя частота: fср = (17\*f0 + 20\*f0/2 + 24\*f0/3 + 20\*f0/4 + 25\*f0/5 + 6\*f0/6 )/112 = 20.5 МГц
* Полоса пропускания: 55 МГц (F > S)

**Биполярный импульсный код (RZ):**

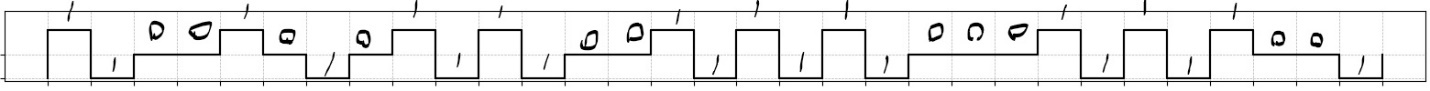


В двоичном коде: 1100101011110011111100011111001011100000111100001110010111100010001000001100100000101110001000001100111100101110

В шестнадцатеричном коде: CAF3F1F2E0F0E5E220C82E20CF2E

* Верхняя граница: fв = C = 100 МГц
* Нижняя граница: fн = C/2 = 50 МГц
* Спектр сигнала: S = 50 МГц
* Средняя частота: fср = (22\*f0 + 90\*f0/2)/112 = 60 МГц
* Полоса пропускания: 55 МГц (F > S)

**Биполярный код с чередующейся инверсией (AMI):**

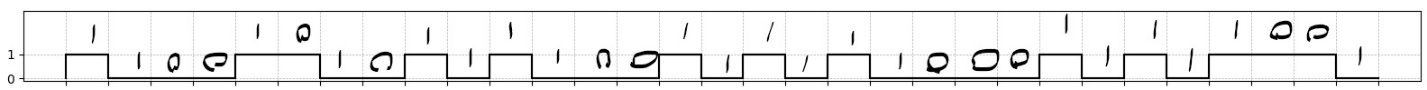


В двоичном коде: 1100101011110011111100011111001011100000111100001110010111100010001000001100100000101110001000001100111100101110

В шестнадцатеричном коде: CAF3F1F2E0F0E5E220C82E20CF2E

* Верхняя граница: fв = C/2 = 50 МГц
* Нижняя граница: fн = f0/5 = 10 МГц
* Спектр сигнала: S = 40 МГц
* Средняя частота: fср = (62\*f0/1 + 14\*f0/2 + 12\*f0/3 + 4\*f0/4 + 20\*f0/5)/112 = 35 МГц
* Полоса пропускания: 40 МГц (F > S)

**Потенциальный код с инверсией при единице (NRZI):**



В двоичном коде: 1000110010100010101000010101110010111111010111110100011010111100001111110111000000110100001111110111010111001011

В шестнадцатеричном коде: 8CA2A15CBF5F46BC3F70343F75CB

* Верхняя граница: fв = C/2 = 50 МГц
* Нижняя граница: fн = fв/6 = 8.333 МГц
* Спектр сигнала: S = 41.666 МГц
* Средняя частота: fср = (32\*f0/1 + 14\*f0/2 + 21\*f0/3 + 16\*f0/4 + 5\*f0/5 + 24\*f0/6)/112 = 25 МГц
* Полоса пропускания: 55 МГц (F > S)

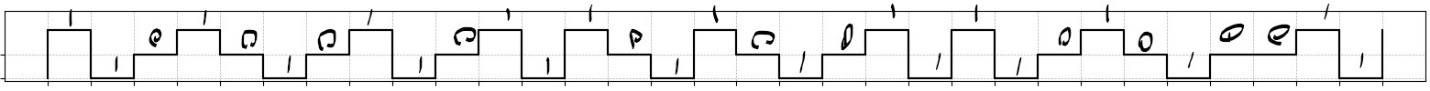
|  |  |
| --- | --- |
| **Метод** | **Комментарий** |
| **Манчестерский код** | + Имеет всего два уровня сигнала  + Отсутствует постоянная составляющая  + Есть самосинхронизация  - Широкий спектр сигнала |
| Потенциальный код | + Имеет всего два уровня сигнала  + Используется меньший спектр  - Нет самосинхронизации |
| Биполярный импульсный код | + Есть самосинхронизация  + Отсутствует постоянная составляющая  - Широкий спектр сигнала  - Три уровня сигнала |
| Биполярный код с чередующейся инверсией | + Есть самосинхронизация (для единиц)  + Используется меньший спектр  + Можно выявлять ошибки  - Три уровня сигнала  - Постоянная составляющая при длинных комбинациях |
| **Потенциальный код с инверсией при единице** | + Имеет всего два уровня сигнала  + Есть самосинхронизация (для единиц)  - Постоянная составляющая при длинных комбинациях |

По совокупности плюсов и минусов можно прийти к выводу, что для моего сообщения лучше всего подойдут МАНЧЕСТЕРСКИЙ код и ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ КОД С ИНВЕРСИЕЙ ПРИ ЕДИНИЦЕ. Этот вывод я сделал на основе совокупностей плюсов и минусов каждого из методов. Главной проблемой манчестерского кода будте широкий спектр, но эта проблема решается использованием среды с наибольшей полосой пропускания. Что касается второго метода кодирования, то там главная проблема – постоянная составляющая, которая появляется при передачи последовательности единицы и нескольких нулей, а так же отсутствие самосинхронизации при приёме такой последовательности соответственно. В случае моего сообщения особо длинных комбинаций (больше 6 битовых интервалов подряд) не встречается, а значит что проблемы этого метода кодирования не отразятся на передаче моего сообщения. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ КОД С ИНВЕРСИЕЙ ПРИ ЕДИНИЦЕ можно улучшить за счёт логического кодирования, в таком случае удастся избавиться от его проблем, связанных с постоянной составляющей.

# Этап 3. Логическое (избыточное) кодирование исходного сообщения

В двоичном коде: 11010101101110110101111010100111101101001110011110111011111011100010111110010100101001111011010100101010011100101001111011010111011010011100

В шестнадцатеричном коде: D5BB5EA7B4E7BBEE2F94A7B52A729ED769C



Воспользуемся применим 4B/5B избыточное кодирование к биполярному коду с чередующейся инверсией.

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

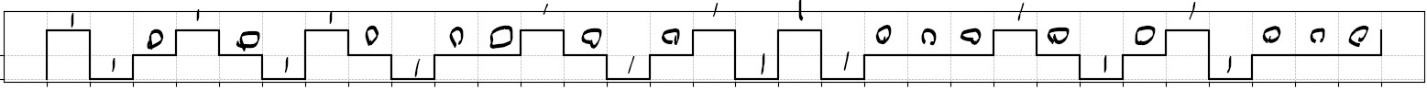
* Верхняя граница: fв = C/2 = 50 МГц
* Нижняя граница: fн = f0/4 = 12.5 МГц
* Спектр сигнала: S = 37.5 МГц
* Средняя частота: fср = (45\*f0/1 + 28\*f0/2 + 11\*f0/3 + 1\*f0/4)/112 = 28 МГц
* Полоса пропускания: 40 МГц (F > S)

# Этап 4. Скремблирования исходного сообщения

Алгоритм: *Bi = Ai Bi-3 Bi-5*

В двоичном коде: 1101011010010101111000101011000101000010101100110001111011001101111100010110111010001011000110110111101110000010

В шестнадцатеричном коде: D695E2B142B31ECDF16E8B1B7B82



* Верхняя граница: fв = C/2 = 50 МГц
* Нижняя граница: fн = f0/6 = 8.333 МГц
* Спектр сигнала: S = 41.666 МГц
* Средняя частота: fср = (29\*f0/1 + 19\*f0/2 + 3\*f0/3 + 6\*f0/4 + f0/5 + f0/6)/112 = 26 МГц
* Полоса пропускания: 50 МГц (F > S)

# Этап 5. Сравнительный анализ результатов сообщения

|  |  |
| --- | --- |
| **Метод** | **Комментарий** |
| Манчестерский код | + Имеет всего два уровня сигнала  + Отсутствует постоянная составляющая  + Используется меньший спектр  - Широкий спектр сигнала |
| Потенциальный код с инверсией при единице | + Имеет всего два уровня сигнала  + Есть самосинхронизация (для единиц)  - Постоянная составляющая при длинных комбинациях |
| **Избыточное кодирование** | + Есть самосинхронизация (в большом количестве случаев)  + Используется меньший спектр  + Можно выявлять ошибки  + Простая реализация в виде таблицы перекодировки  - Уменьшение пропускной способности из-за лишних бит  - Дополнительные ресурсные затраты при логическом кодировании |
| Скремблирование | + Нет уменьшения пропускной способности  + Отсутствует постоянная составляющая  - Дополнительные ресурсные затраты при скремблировании и дескремблировании  - Отсутствие гарантии исключения всех последовательностей и возможность появления новых. |

Вывод: было проведено исследование различных методов кодирования данных для передачи по сети. Были выявлены достоинства и недостатки различных кодов. Я выбрал ИЗБЫТОЧНОЕ КОДИРОВАНИЕ как самый лучший вариант кодирования для передачи моего сообщения. Этот метод позволяет сильно уменьшить негативные стороны AMI-кодирования (все недостатки, связанные с постоянными последовательностями). В свою очередь из недостатков у этого избыточного кодирования только уменьшение реальной пропускной способности линии связи (необходимость передачи избыточных данных). Т.к. при использовании алгоритма 4B/5B избыточность данных составляет всего 25 %, то для моего короткого сообщения (длина 112 бит) это не сыграет большой роли.