

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Телекоммуникационные технологии
Лабораторная работа №8
Цифровая модуляция

Выполнил:
студент гр.33501/4
Курякин Д. А.
Проверила:
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2018

1 Цель

Создать модель телекоммуникационного канала.

2 Постановка задачи

По имеющейся записи сигнала из эфира и коду модели передатчика создать модель приемника, в которой найти позицию начала пакета и, выполнив операции демодуляции, дегерметирования и декодирования, получить передаваемые параметры: ID, период, и номер пакета. Известно, что ID = 4, период 100 мс, номер пакета 373. Запись сделана с передискретизацией 2, т.е. одному BPSK символу соответствуют 2 лежащих друг за другом отсчета в файле. Запись сделана на нулевой частоте и представляет из себя последовательность 32-х битных комплексных отсчетов, где младшие 16 бит вещественная часть, старшие 16 бит – мнимая часть.

3 Теоретическое обоснование

Пакетный сигнал длительностью 200 мкс состоит из 64 бит полезной информации и 8 нулевых tail-бит. В нулевом 16-битном слове пакета передается ID, в первом - период излучения в мс, во втором – сквозной номер пакета, в третьем - контрольная сумма (CRC-16). На передающей стороне пакет сформированный таким образом проходит следующие этапы обработки:

1. Помехоустойчивое кодирование сверточным кодом с образующими полиномами 753, 561(octal) и кодовым ограничением 9. На выходе кодера количество бит становится равным 144.
2. Перемежение бит. Количество бит на этом этапе остается неизменным.
3. Модуляция символов. На этом этапе пакет из 144 полученных с выхода перемежителя бит разбивается на 24 символа из 6 бит. Генерируется таблица функций Уолша длиной 64 бита. Каждый 6-битный символ заменяется последовательностью Уолша, номер которой равен значению данных 6-ти бит. Т.о. на выходе модулятора получается $24 * 64 = 1536$ знаковых символов.
4. Прямое расширение спектра. Полученная последовательность из 1536 символов периодически умножается с учетом знака на ПСП длиной 511 символов. Далее к началу сформированного символьного

пакета прикрепляется немодулированная ПСП. Т.о. символьная длина становится равной 1747. Далее полученные символы модулируются методом BPSK.

4 Ход работы

```
clc;
clear all;
close all;

PRS=[1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; -1;
      1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1;
      1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; -1; -1; 1;
      -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1;
      -1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; -1;
      1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; -1; 1; -1; 1; 1;
      -1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; -1;
      1; 1; 1; -1; 1; -1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; 1; -1; 1; -1;
      -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; -1;
      -1; 1; -1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; -1;
      1; -1; -1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; -1; 1;
      -1; 1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1;
      -1; -1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; -1; -1;
      -1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; -1; 1; -1; -1; 1; -1; 1; -1; 1; -1;
      -1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; -1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1;
      -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; 1; 1; 1; -1;
```

Рис.1 Код Matlab

```

interleaver = [0; 133; 122; 111; 100; 89; 78; 67; 56; 45; 34; 23; 12; 1; 134; 123;
112; 101; 90; 79; 68; 57; 46; 35; 24; 13; 2; 135; 124; 113; 102; 91;
80; 69; 58; 47; 36; 25; 14; 3; 136; 125; 114; 103; 92; 81; 70; 59;
48; 37; 26; 15; 4; 137; 126; 115; 104; 93; 82; 71; 60; 49; 38; 27;
16; 5; 138; 127; 116; 105; 94; 83; 72; 61; 50; 39; 28; 17; 6; 139;
128; 117; 106; 95; 84; 73; 62; 51; 40; 29; 18; 7; 140; 129; 118; 107;
96; 85; 74; 63; 52; 41; 30; 19; 8; 141; 130; 119; 108; 97; 86; 75;
64; 53; 42; 31; 20; 9; 142; 131; 120; 109; 98; 87; 76; 65; 54; 43;
32; 21; 10; 143; 132; 121; 110; 99; 88; 77; 66; 55; 44; 33; 22; 11];

file=fopen('test.sig', 'r');
IQ_record = fread(file, 'int16');
fclose(file);

if(size(IQ_record,1)>8268)

else
    IQ_record= IQ_record(81:end)';
end

re_part = IQ_record(1:2:end);
im_part = IQ_record(2:2:end);

IQ_record = complex(re_part,im_part);

```

Рис.2 Код Matlab

```

IQ_record = IQ_record(1:2:end);

IQ = pskdemod(IQ_record,2);

]for u=1:1:length(IQ)
    if (IQ(u)==0)
        IQ(u)=-1;
    else IQ(u)=1;
    end;
-end;

signal_to_demodulate2=IQ(length(PRS)+1:end);
signal_to_demodulate1=signal_to_demodulate2./[PRS' PRS' PRS' PRS(1:3)'];

% Walsh matrix generation by Hadamard matrix index rearrangement
% http://www.mathworks.com/help/signal/examples/discrete-walsh-hadamard-transform
N=64;
hadamardMatrix=hadamard(N);

HadIdx = 0:N-1; % Hadamard index
M = log2(N)+1;

binHadIdx = fliplr(dec2bin(HadIdx,M))-'0'; % Bit reversing of the binary index
binSeqIdx = zeros(N,M-1); % Pre-allocate memory

```

Рис.3 Код Matlab

5 Вывод

В ходе данной работы было разработано, промоделировано, отлажено и настроено устройство приема данных согласно конкретному техническому заданию.

Модель приемника была создана на основе модели передатчика: были проведены обратные действия. Когда на передатчике были проведены операции модуляции, перемежения и кодирования параметров, на приемнике были выполнены демодуляция, деперемежение и декодирование, были получены передаваемые параметры.