

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

Телекоммуникационные технологии
Лабораторная работа №8
Цифровая модуляция

Выполнил:
студент гр.33501/4
Корсков Алексей
Проверила:
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2018

Цель

Создать модель телекоммуникационного канала.

Постановка задачи

Задача: по имеющейся записи сигнала из эфира и коду модели передатчика создать модель приемника, в которой найти позицию начала пакета и, выполнив операции демодуляции, демультиплексирования 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.

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.

Ход работы

1.

```
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;
```

Рис.1 Результат работы программы

2.

```

interleaver = [0; 133; 122; 111; 100; 89; 78; 67; 56; 45; 34; 23; 12; 1; 134;
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 Результат работы программы

3.

```

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-tran
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 in
binSeqIdx = zeros(N,M-1); % Pre-allocate memory

```

Рис.3 Результат работы программы

4.

```

for k = M:-1:2
    % Binary sequency index
    binSeqIdx(:,k) = xor(binHadIdx(:,k),binHadIdx(:,k-1));
end
SeqIdx = binSeqIdx*pow2((M-1:-1:0)'); % Binary to integer sequency index
walshMatrix = hadamardMatrix(SeqIdx+1,:); % 1-based indexing
%*****

signal2=reshape(signal_to_demodulatel,[64 24]);

for j=1:1:size(signal2,1)
for i=1:1:length(walshMatrix)
    if(walshMatrix(i,:)==signal2(j,:))
        Walsh_row_number(j)=i;
    end
end
end
Walsh_row_number;
for i=1:1:24
    line(i,1:6)= de2bi( Walsh_row_number(i)-1,6);
    line(i,1:6)=line(i,end:-1:1);
end;

sig=reshape(line',[1 144]);

```

Рис.4 Результат работы программы

5.

```

for i=1:1:144
    sig2(interleaver(i)+1)=sig(i);
end

tr1=poly2trellis(9,[753 561]);
tble=9;
decode_packet=vitdec(sig2,tr1,9,'cont','hard');
msg=[0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0
[n1,r1] = biterr(decode_packet(tble+1:end),msg(1:end-tble))

```

Рис.5 Результат работы программы

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.