

# Отчет по лабораторной работе №8

Головизнин Э. О.

1 июня 2018 г.

# 1 Постановка задачи

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 6битный 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.

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

## 2 Ход работы

Задаем ПСП и матрицу перемежения.

```
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; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; 1;
-1; -1; -1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; 1;
1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; -1; -1;
-1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; -1; -1; -1; -1; -1; -1; -1; 1; -1; -1;
-1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1;
-1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; -1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1;
-1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; -1;
1; -1; -1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; -1; 1; 1;
1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; 1 ];
```

```
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];
```

Читаем сгенерированный transmitter.m сигнал из файла

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

Выделяем вещественную и мнимую часть, первую берем по нечетным, мнимую - по четным.

```
real = IQ_record(1:2:end);
imag = IQ_record(2:2:end);
```

Демодулируем сигнал, преобразуем униполярную форму в биполярную и строим матрицу Уолша.

```
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-transformation.html
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
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
```

Теперь переходим к двоичному виду, из десятичного числа в бинарный код.

```

signal2=reshape(signal_to_demodulate1,[64 24])';
Walsh_row_number = zeros(size(signal2,1), 1);

```

```

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

```

```

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;

```

Декодируем, учитывая перемежение.

```

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 0 0 0 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0];
decoded =decode_packet(tble+1:end)
[n1,r1] = biterr(decoded,msg(1:end-tble))

```

### 3 Выводы

В ходе данной лабораторной работы создан приемник, способный демоделировать, деперемежать и декодировать. Приемник и передатчик могут выполнять последовательность обратимых операций над пакетом обмена данных, но в канале передачи могут быть шумы. Чтобы исправить ситуацию на приемнике осуществляется синхронизация записи сигнала по ПСП. При демодуляции и сужении спектра принятого сигнала

используется корреляционный метод - обратное преобразование Уолша-Адамара. Так, определяется максимальный элемент, который указывает на начало пакета или на бинарный номер строки матрицы Уолша.