

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Лабораторная работа №8
по теме
"Цифровая модуляция"

Выполнил студент группы 33501/3
_____ Кисличенко Б. Д

Руководитель
_____ Богач Н. В

Санкт-Петербург
2018

1 Цель

Создать модель телекоммуникационного канала.

2 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 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.

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

Приемник и передающее "устройство" выполняет последовательность обратимых операций над пакетом обмена данными. В канале передачи информации действуют шумы. При неизвестных параметрах шума на приемнике выполняется синхронизация записи сигнала по известной опорной псевдослучайной последовательности (ПСП).

При демодуляции и одновременном сужении спектра принятого сигнала также используется корреляционный метод - обратное быстрое преобразование Уолша-Адамара. В обоих случаях - при синхронизации и при сужении спектра - определяется максимальный по абсолютному значению элемент строки матрицы результатов, который указывает на начало пакета (при синхронизации) или на бинарный номер строки матрицы Уолша (при сужении спектра и демодуляции).

3 Работаем в Matlab

```
1 - clc;
2 - clear all;
3 - close all;
4
5 %Последовательность ПСП
6 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;
7 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1;
8 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1;
9 -1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1;
10 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; 1;
11 -1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1;
12 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1;
13 -1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1;
14 -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1;
15 -1; 1; -1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; 1; 1;
16 1; -1; -1; -1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1;
17 -1; 1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1;
18 -1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1;
19 -1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1;
20 -1; -1; 1; 1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1; 1; -1; 1;
21 -1; 1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; 1; 1; 1; 1; -1; 1; -1; -1; -1; 1; 1; 1; 1; 1;
22
23 %Последовательность перемежения
24 interleaver = [0; 133; 122; 111; 100; 89; 78; 67; 56; 45; 34; 23; 12; 1; 134; 123;
25 112; 101; 90; 79; 68; 57; 46; 35; 24; 13; 2; 135; 124; 113; 102; 91;
26 80; 69; 58; 47; 36; 25; 14; 3; 136; 125; 114; 103; 92; 81; 70; 59;
27 48; 37; 26; 15; 4; 137; 126; 115; 104; 93; 82; 71; 60; 49; 38; 27;
28 16; 5; 138; 127; 116; 105; 94; 83; 72; 61; 50; 39; 28; 17; 6; 139;
```

Рис. 1: Код Matlab (часть 1))

```
29 128; 117; 106; 95; 84; 73; 62; 51; 40; 29; 18; 7; 140; 129; 118; 107;
30 96; 85; 74; 63; 52; 41; 30; 19; 8; 141; 130; 119; 108; 97; 86; 75;
31 64; 53; 42; 31; 20; 9; 142; 131; 120; 109; 98; 87; 76; 65; 54; 43;
32 32; 21; 10; 143; 132; 121; 110; 99; 88; 77; 66; 55; 44; 33; 22; 11];
33
34 %получаем сигнал
35 file=fopen('C:\test1.sig', 'r');
36 IQ_record = fread(file, 'int16');
37 fclose(file);
38
39 if(size(IQ_record,1)>8268)%условия получения пакета
40 %корреляционный вектор
41 for k=1:length(IQ_record)-510
42 corrvector_sig1(k)=IQ_record(k:(510+k))*PRS;
43 end
44 [most_corr_coeffs_1, pos_1]=max(abs(corrvector_sig1))
45
46 IQ_record = IQ_record(pos_1+81:8268+pos_1)';
47
48 else%простая дешифрация пакетов
49 IQ_record= IQ_record(81:end)';
50 end
51 %передискретизация равна 2, т.е. отсчеты дублируются подряд
52 %поэтому вещественную часть берем по нечетным числам, а
53 %комплексную - по четным
54 re_part = IQ_record(1:2:end);
55 im_part = IQ_record(2:2:end);
```

Рис. 2: Код Matlab (часть 2))

```
56
57 %возвращаемся к комплексной форме
58 IQ_record = complex(re_part,im_part);
59
60 IQ_record = IQ_record(1:2:end);
61
62 %демодулируем сигнал
63 IQ=prkdemod(IQ_record,2);
64
65 %преобразуем униполярную форму в биполярную
66 for u=1:length(IQ)
67 if (IQ(u)==0)
68 IQ(u)=-1;
69 else IQ(u)=1;
70 end;
71 end;
72
73 signal_to_demodulate2=IQ(length(PRS)+1:end);
74 signal_to_demodulate1=signal_to_demodulate2./[PRS' PRS' PRS' PRS(1:3)'];
75
76 % Walsh matrix generation by Hadamard matrix index rearrangement
77 % http://www.mathworks.com/help/signal/examples/discrete-walsh-hadamard-transform.html
78 N=64;
79 hadamardMatrix=hadamard(N);
80
81 HadIdx = 0:N-1; % Hadamard index
82 M = log2(N)+1;
83
```

Рис. 3: Код Matlab (часть 3))

4 Вывод

В ходе данной работы была создана модель приемника. Были написаны операции демодуляции, демультиплексирования и декодирования.