

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

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

МОДЕЛЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО КАНАЛА

Руководитель  
\_\_\_\_\_ Н. В. Богач

Выполнил  
\_\_\_\_\_ Л. Д. Кониная  
группа 33501/3

Санкт-Петербург  
2018

## **Цель работы**

Разработка модели телекоммуникационного канала.

## **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, 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.

### Модель передатчика

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) Перемеживание 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

Код разработанного устройства-приемника:

```
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;
7         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;
9         -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;
11        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;
13        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;
15        -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;
17        -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;
19        -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;
21        -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; 13
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;
```

```

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
41
42 -   else%простая дешифрация пакетов
43 -       IQ_record= IQ_record(81:end)';
44 -   end
45   %передискретизация равна 2, т.е. отсчеты дублируются подряд
46   %поэтому вещественную часть берем по нечетным числам, а
47   %комплексную - по четным
48 -   re_part = IQ_record(1:2:end);
49 -   im_part = IQ_record(2:2:end);

```

```

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=pskdemod(IQ_record,2);
64
65     %преобразуем униполярную форму в биполярную
66 -   for u=1:1: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-tra
78 -   N=64;
79 -   hadamardMatrix=hadamard(N);
80
81 -   HadIdx = 0:N-1;                                % Hadamard index
82 -   M = log2(N)+1;
83

```



## **Выводы**

В ходе работы было разработано устройство-приемник, выполняющее операции демодуляции, дегерметизации и декодирования, обратные операциям передатчика.