

Отчет по лабораторной работе №6

Шайхенуров Р.Р.

1 июня 2018 г.

1 Цель работы

Изучение методов модуляции цифровых сигналов.

2 Постановка задачи

1. Получить сигналы BPSK, PSK, OQPSK, genQAM, MSK, MFSK модуляторов
2. Построить их сигнальные созвездия
3. Провести сравнение изученных методов модуляции цифровых сигналов

3 Теоретический раздел

Манипуляция (цифровая модуляция) — в теории передачи дискретных сообщений процесс преобразования последовательности кодовых символов в последовательность сигналов (частный случай модуляции — при дискретных уровнях модулирующего сигнала).

Классификация цифровой модуляции:

- Линейная
 - Амплитудная
 - Амплитудно - фазовая
 - Фазовая
- Нелинейная
 - Частотная
 - Частотная с ограниченным спектром

3.1 Амплитудная модуляция

Амплитудная манипуляция (ASK) — изменение сигнала, при котором скачкообразно меняется амплитуда несущего колебания. При цифровой передаче данных применяется канальное кодирование, в соответствии с кодом которого происходит манипуляция с сигналом в соответствии с видом кодирования.

3.2 Фазовая модуляция

Фазовая манипуляция (PSK) — один из видов фазовой модуляции, при которой фаза несущего колебания меняется скачкообразно в зависимости от информационного сообщения.

3.3 Амплитудно-фазовая манипуляция

В данном виде модуляции для повышения пропускной способности используется одновременная манипуляция двух параметров несущего колебания: амплитуды и фазы. Каждый возможный элемент модулированного сигнала (вектор сигнала или точка сигнального пространства) характеризуется значением амплитуды и фазы. Для дальнейшего повышения скорости передачи количество "точек" пространства модулированного сигнала увеличивается в число раз, кратное двум

3.4 Частотная модуляция

Частотная манипуляция (FSK) — вид манипуляции, при которой скачкообразно изменяется частота несущего сигнала в зависимости от значений символов информационной последовательности. Частотная манипуляция весьма помехоустойчива, поскольку помехи искажают в основном амплитуду, а не частоту сигнала.

4 Ход работы

4.1 BPSK

```
%%  
%BPSK  
M = 2;  
  
mes = randi([0 M-1], [1 1024]); %message  
  
h = pskmod(mes, M); %modulate  
scatterplot(h); %Сигнальное созвездие  
  
errS = (randerr(1, 1024, 35)); %Формирование ошибок  
  
modS = h + errS;
```

```
dem = pskdemod(modS, M); %Демодуляция

[num1, p1] = symerr(mes, dem);
[num2, p2] = biterr(mes, dem);

figure;
plot(mes);
title("Исходный сигнал");

figure;
plot(dem);
title("Демодулированный сигнал");
```

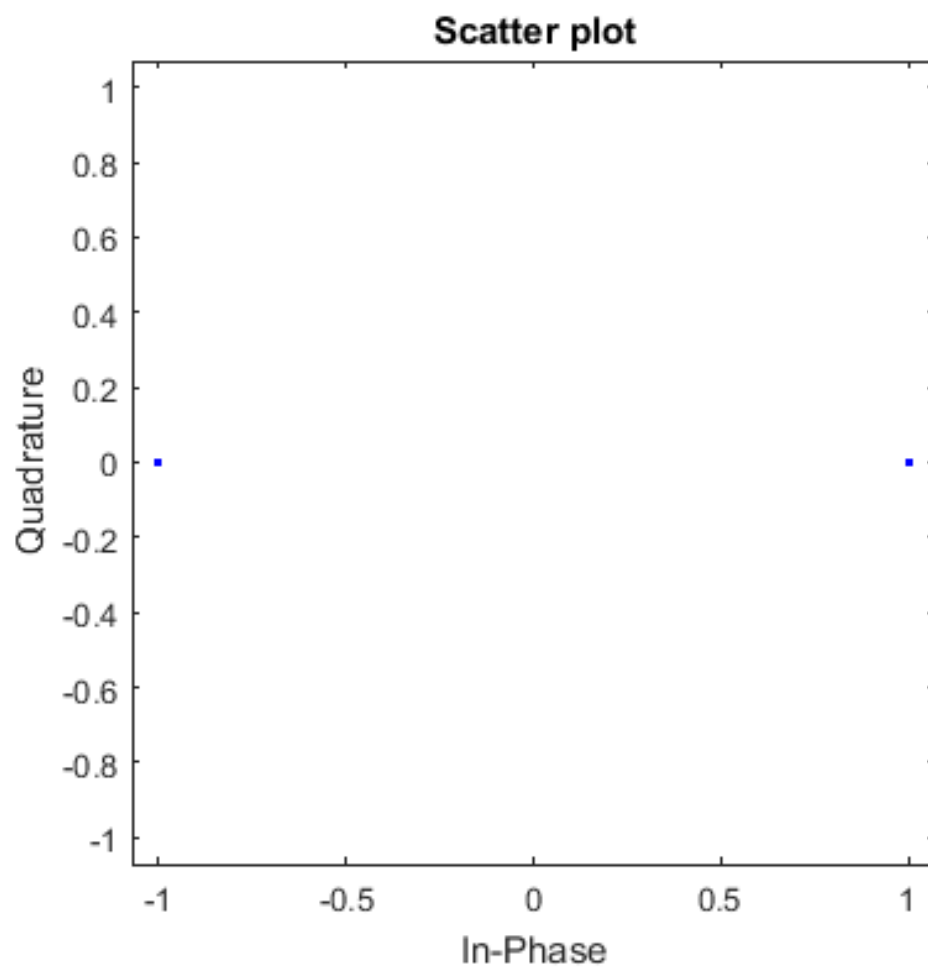


Рис. 1: Сигнальное созвездие BPSK

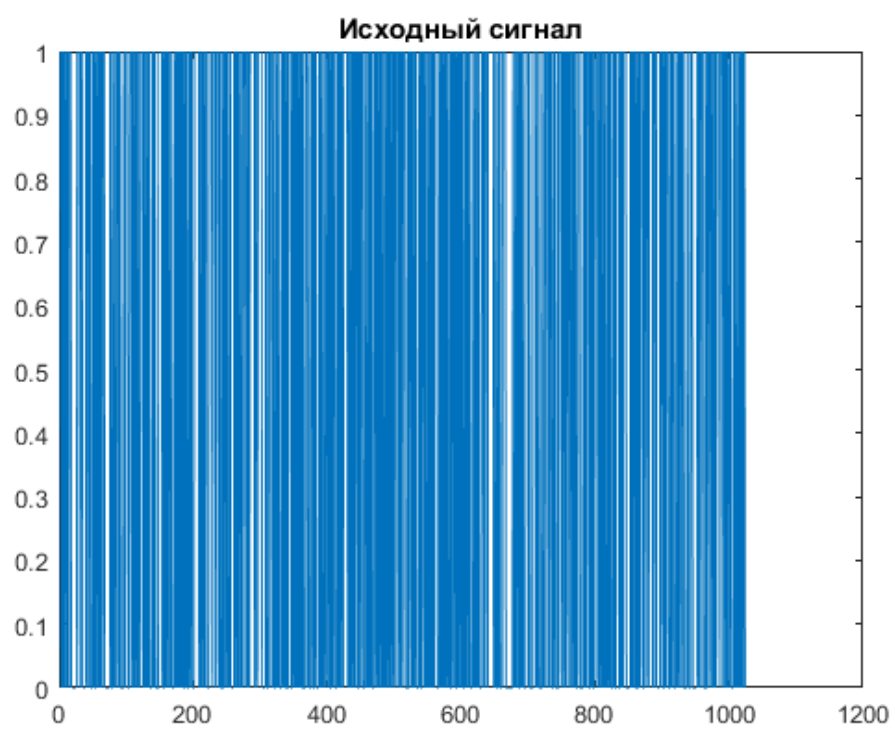


Рис. 2: Исходный сигнал

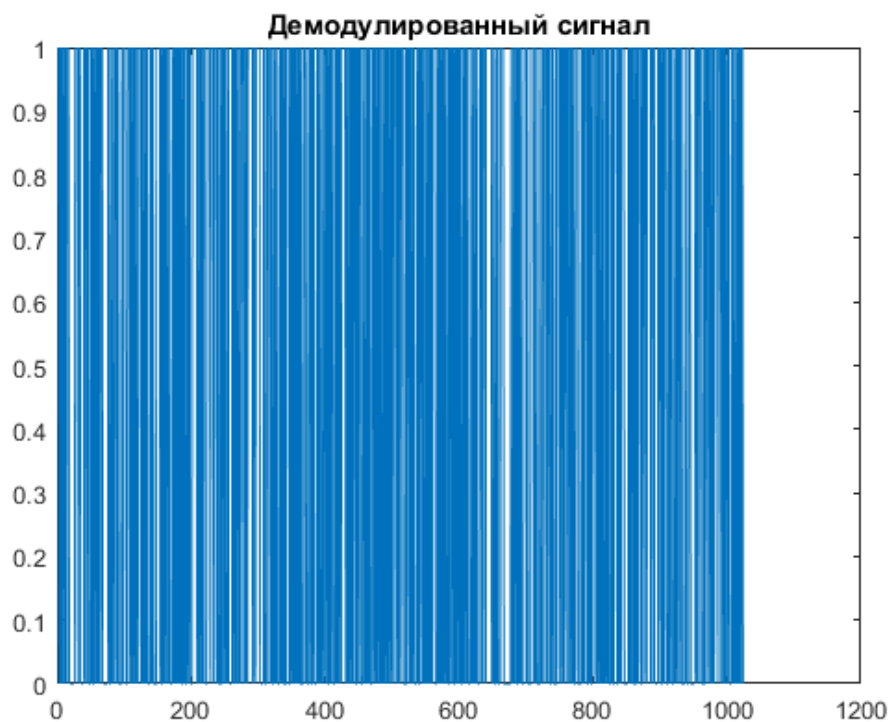


Рис. 3: Демодулированный сигнал

С помощью функции `render` сгенерированы ошибки.

С помощью `sumerr` и `biterr` были получены следующие данные:

- Ошибочных символов - 0
- Вероятность - 0
- Ошибочных битов - 0
- Вероятность - 0

4.2 PSK

`M = 32;`

```
mes = randi([0 M-1], [1 1024]);
```

```
h = pskmod(mes, M);
scatterplot(h);
```

```

errS = (randerr(1, 1024, 35));

modS = h + errS;

dem = pskdemod(modS, M);

[num3, P3] = symerr(mes, dem);
[num4, P4] = biterr(mes, dem);

figure;
plot(mes);
title("Исходный сигнал");

figure;
plot(dem);
title("Демодулированный сигнал");

```

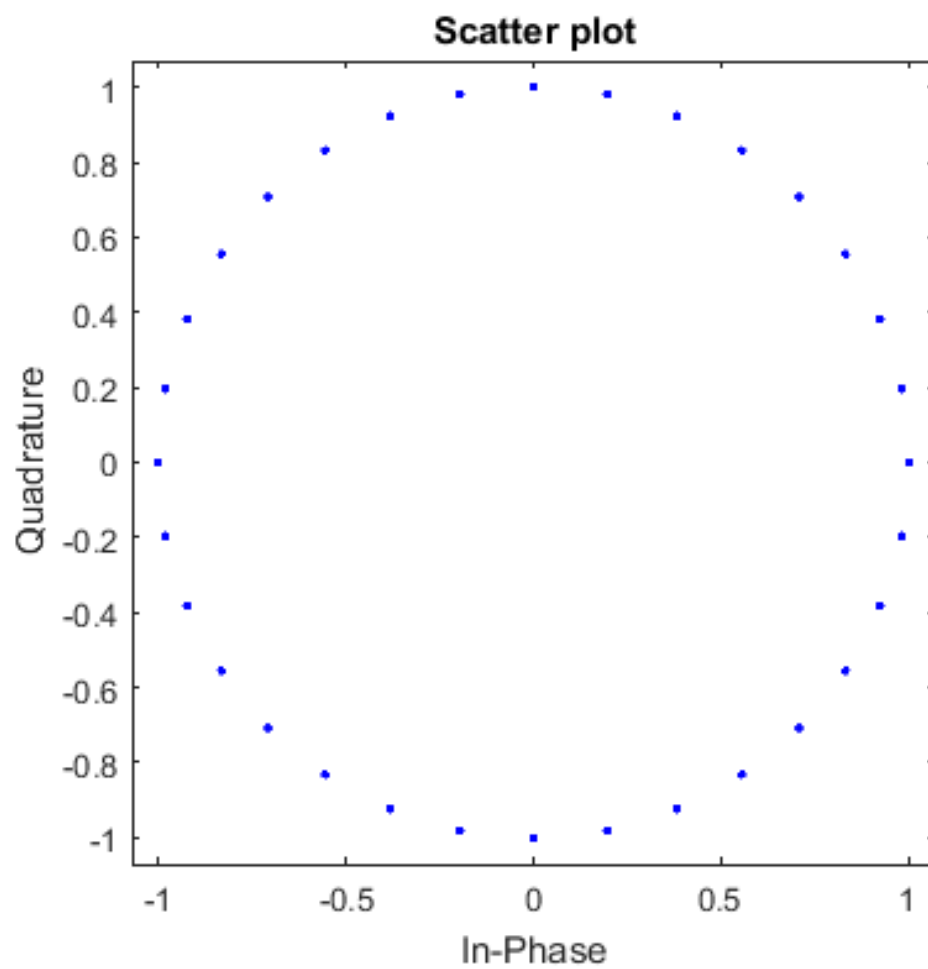



Рис. 4: Сигнальное созвездие PSK



Рис. 5: Исходный сигнал

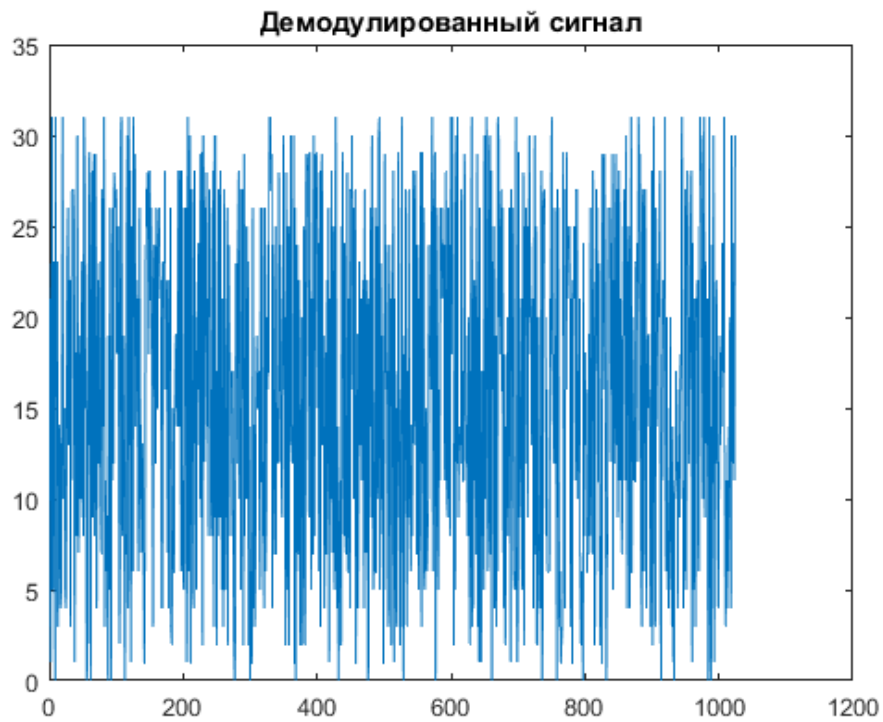


Рис. 6: Демодулированный сигнал

С помощью функции `render` сгенерированы ошибки.

С помощью `sumerr` и `biterr` были получены следующие данные:

- Ошибочных символов - 32
- Вероятность - 0.0313
- Ошибочных битов - 65
- Вероятность - 0.0127

4.3 OQPSK

```
M = 4;
mes = randi([0 M-1], [1 1024]);

h = oqpskmod(mes, pi/2);
scatterplot(h);
```

```

errS = (randerr(1, 2049, 35));

modS = h + errS;

dem = oqpskdemod(modS, pi/2);

[num5, P5] = symerr(mes, dem);
[num6, P6] = biterr(mes, dem);

figure;
plot(mes);
title("Исходный сигнал");

figure;
plot(dem);
title("Демодулированный сигнал");

```

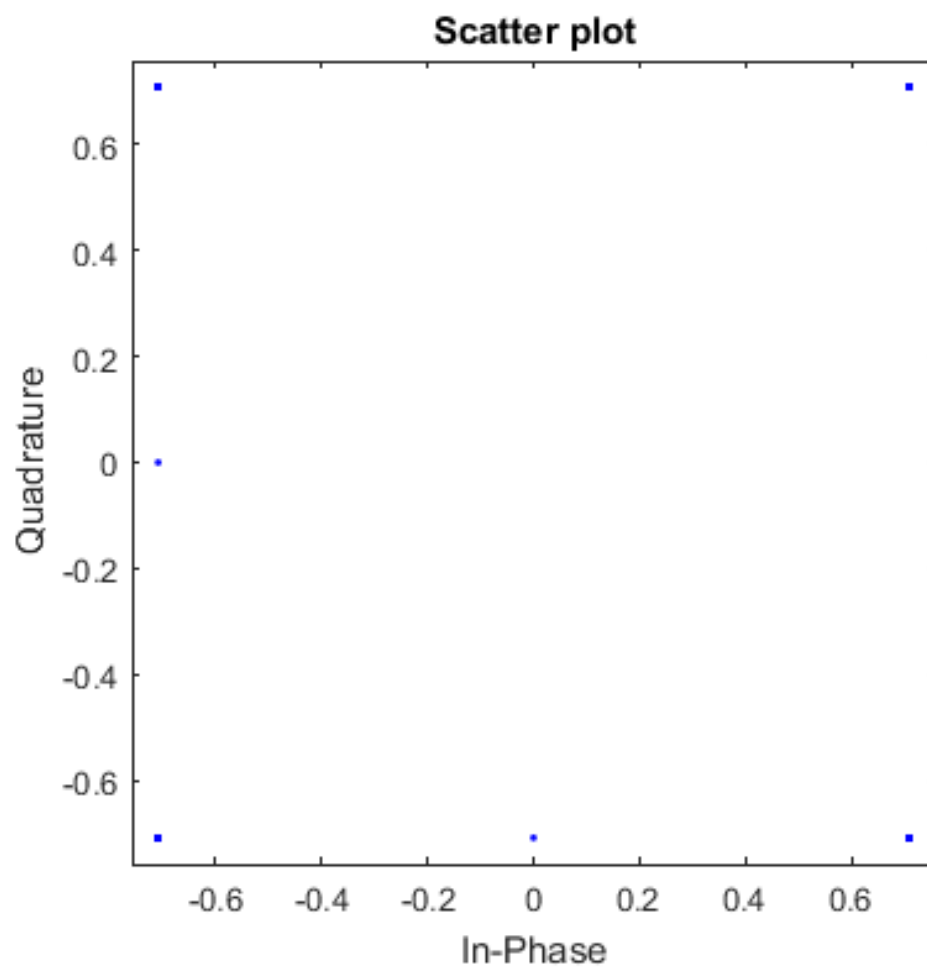


Рис. 7: Сигнальное созвездие OQPSK

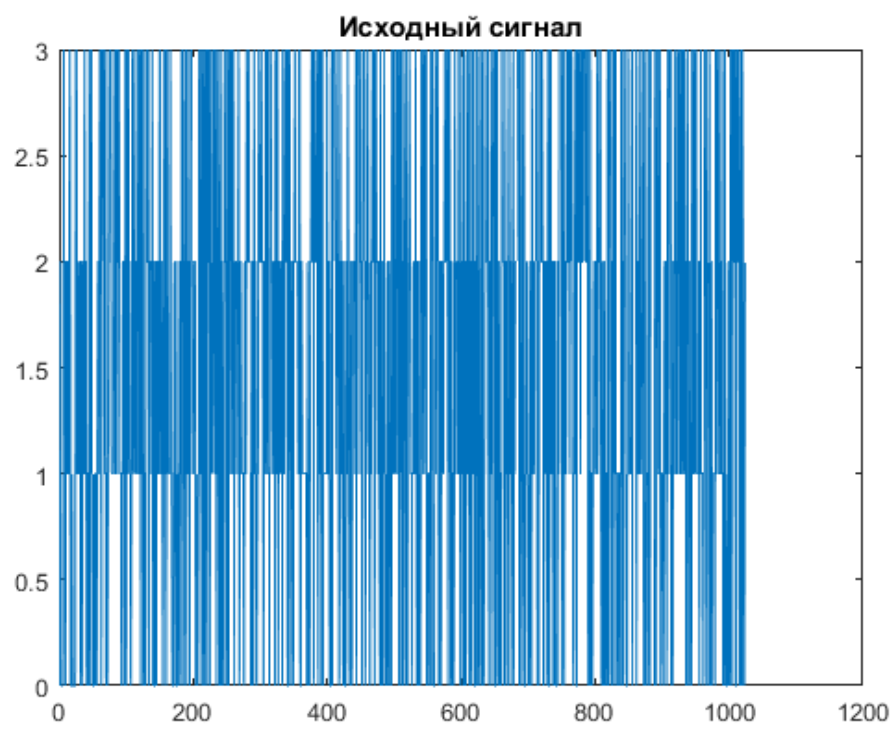


Рис. 8: Исходный сигнал

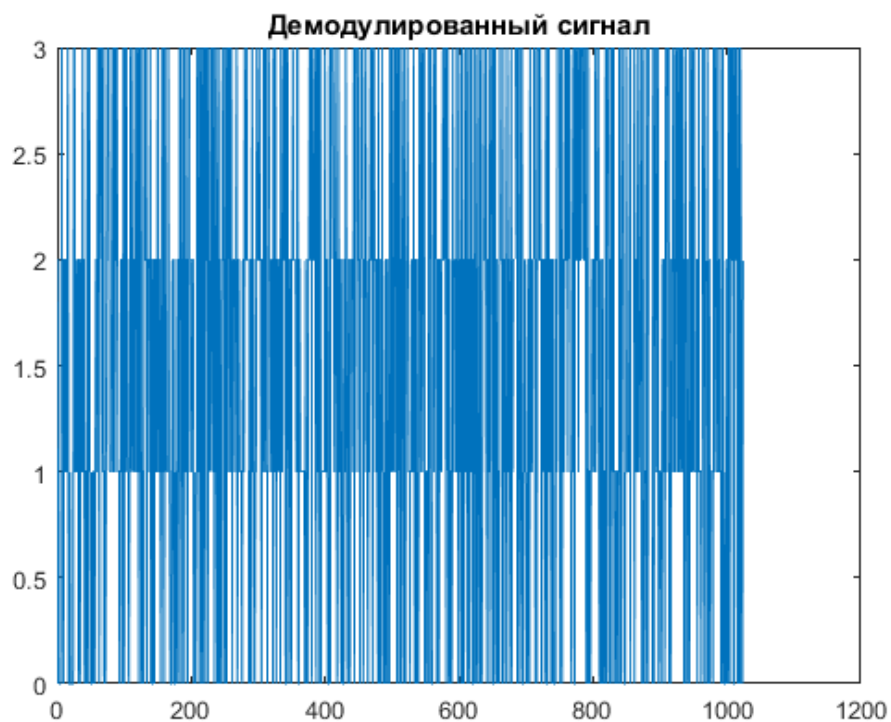


Рис. 9: Демодулированный сигнал

С помощью функции `render` сгенерированы ошибки.

С помощью `sumerr` и `biterr` были получены следующие данные:

- Ошибочных символов - 0
- Вероятность - 0
- Ошибочных битов - 0
- Вероятность - 0

4.4 genQAM

```
M = 10;
mes = randi([0 3], [1 1024]);

h = genqammod(mes, exp(pi*4*0:M-1));
scatterplot(h);
```

```

errS = (randerr(1, 1024, 35));

modS = h + errS;

dem = genqamdemod(modS, exp(pi*4*0:M-1));

[num7, P7] = symerr(mes, dem);
[num8, P8] = biterr(mes, dem);

figure;
plot(mes);
title("Исходный сигнал");

figure;
plot(dem);
title("Демодулированный сигнал");

```

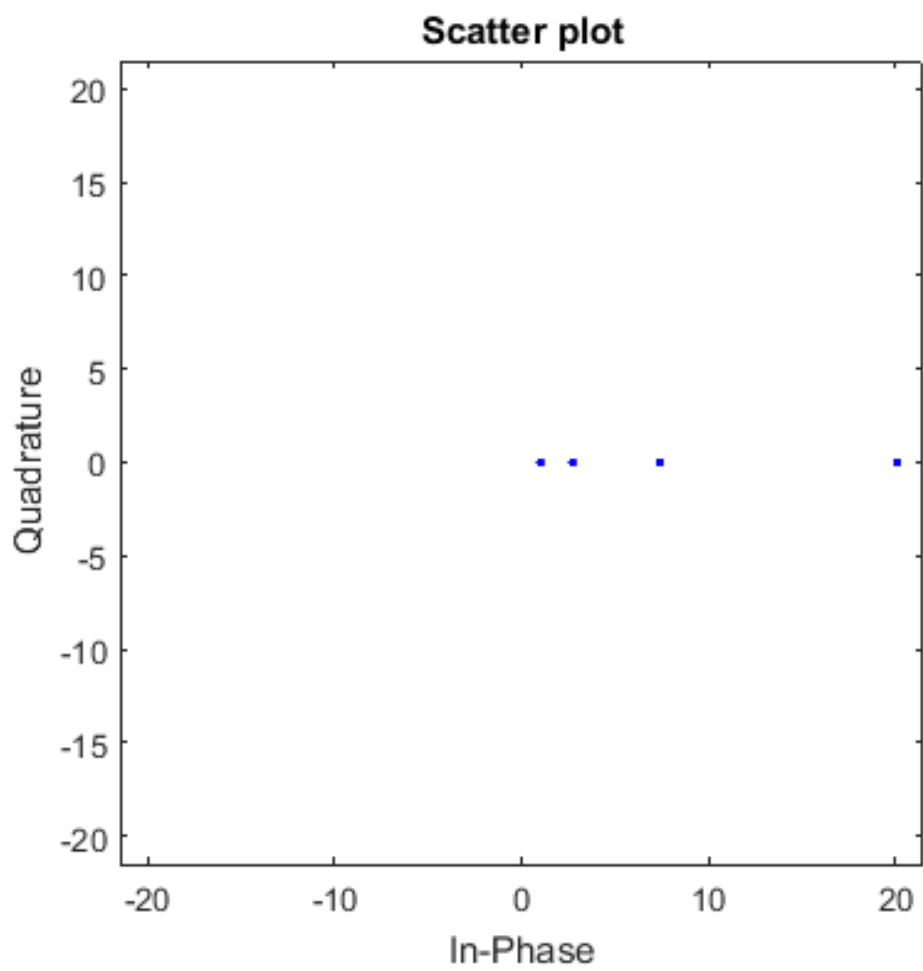



Рис. 10: Сигнальное созвездие genQAM



Рис. 11: Исходный сигнал

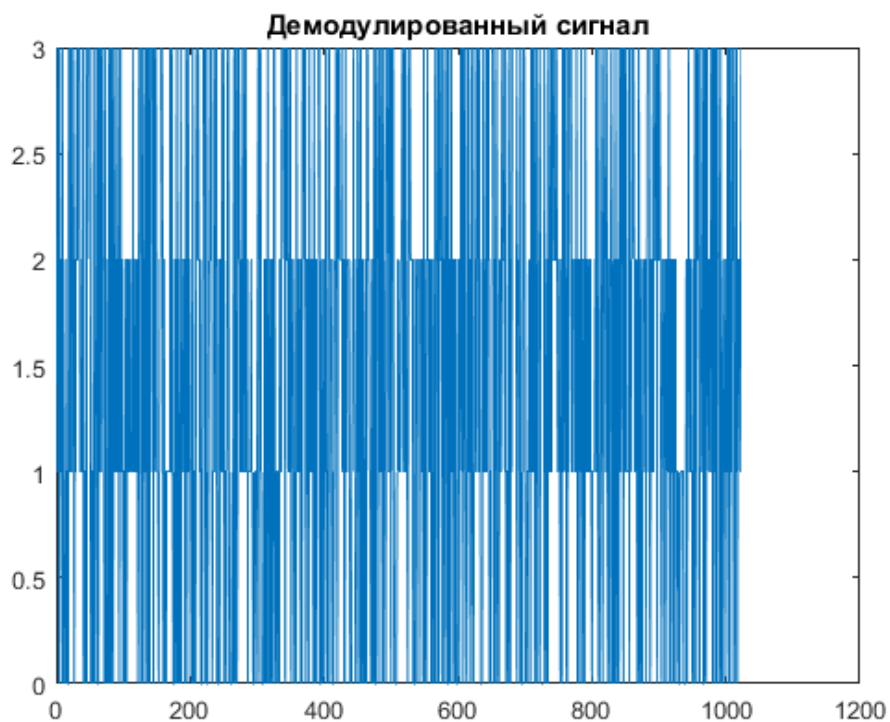


Рис. 12: Демодулированный сигнал

С помощью функции `render` сгенерированы ошибки.

С помощью `sumerr` и `biterr` были получены следующие данные:

- Ошибочных символов - 7
- Вероятность - 0.0068
- Ошибочных битов - 7
- Вероятность - 0.0034

4.5 MSK

```
M = 2;
N = 8;
mes = randi([0 M-1], [1 1024]);

h = mskmod(mes, N);
scatterplot(h);
```

```
errS = (randerr(1, 1024*N, 35));  
  
modS = h + errS;  
  
dem = msksdemod(modS, N);  
  
[num9, P9] = symerr(mes, dem);  
[num10, P10] = biterr(mes, dem);  
  
figure;  
plot(mes);  
title("Исходный сигнал");  
  
figure;  
plot(dem);  
title("Демодулированный сигнал");
```

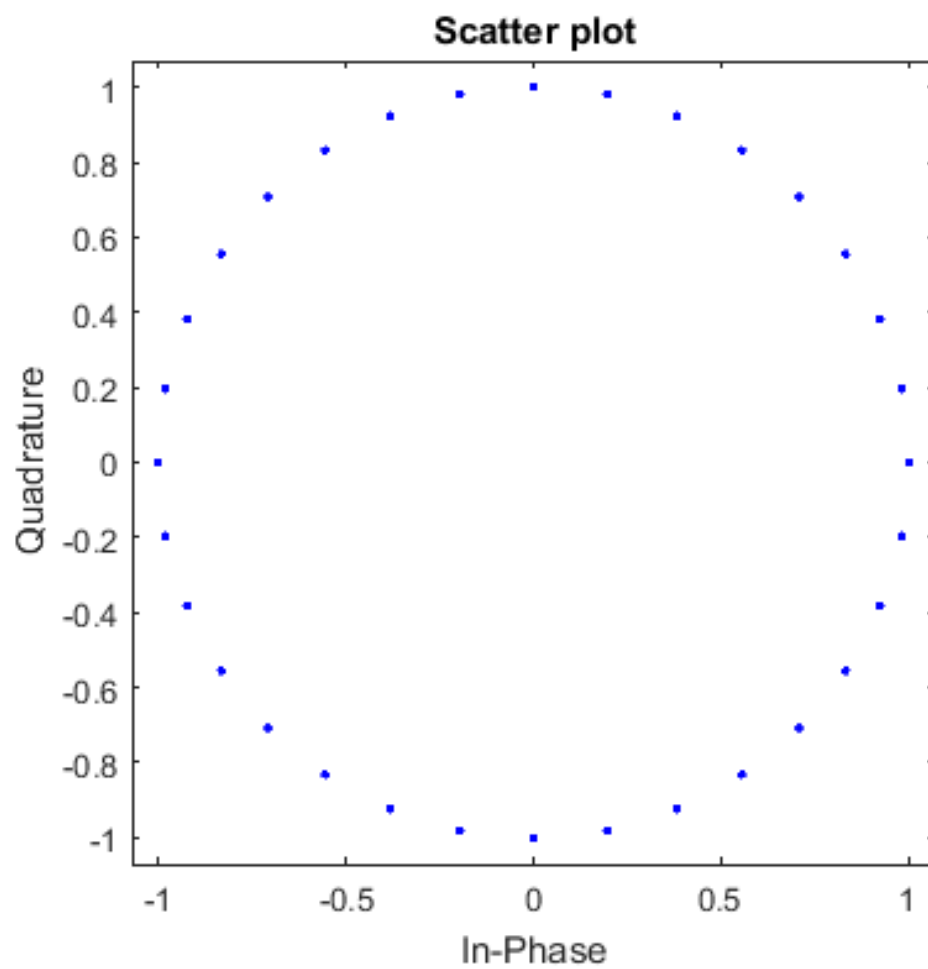


Рис. 13: Сигнальное созвездие MSK



Рис. 14: Исходный сигнал

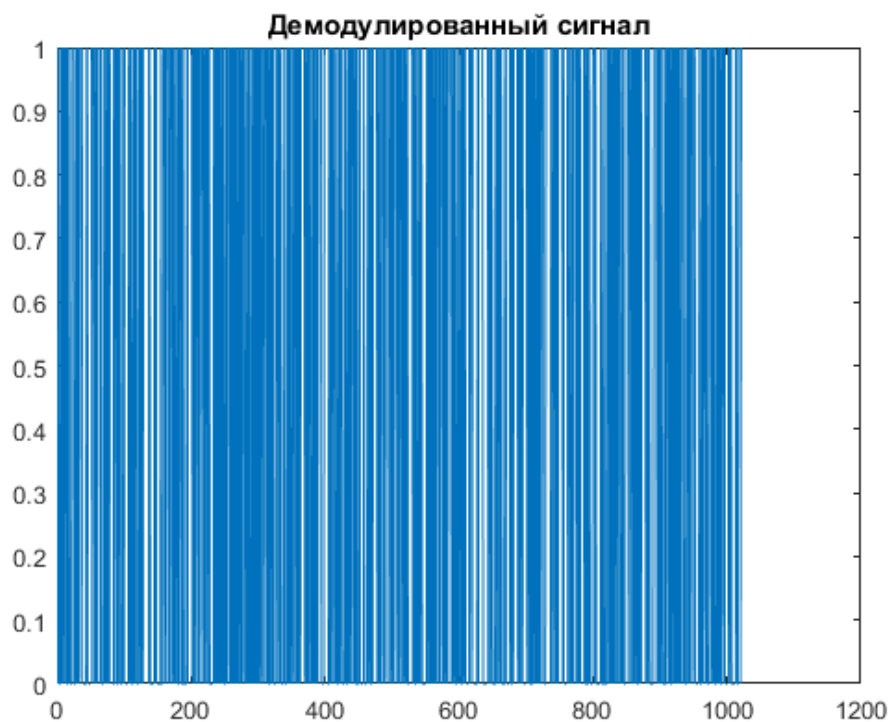


Рис. 15: Демодулированный сигнал

С помощью функции `render` сгенерированы ошибки.

С помощью `sumerr` и `biterr` были получены следующие данные:

- Ошибочных символов - 0
- Вероятность - 0
- Ошибочных битов - 0
- Вероятность - 0

4.6 FSK

```
M = 2;
N = 8;
fdiv = 8;
Fd = 32;
mes = randi([0 M-1], [1 1024]);
```

```

h = fskmod(mes, M, fdiv, N, Fd);
scatterplot(h);

errS = (randerr(1, 1024*N, 35));

modS = h + errS;

dem = fskdemod(modS, M, fdiv, N, Fd);

[num11, P11] = symerr(mes, dem);
[num12, P12] = biterr(mes, dem);

figure;
plot(mes);
title("Исходный сигнал");

figure;
plot(dem);
title("Демодулированный сигнал");

```

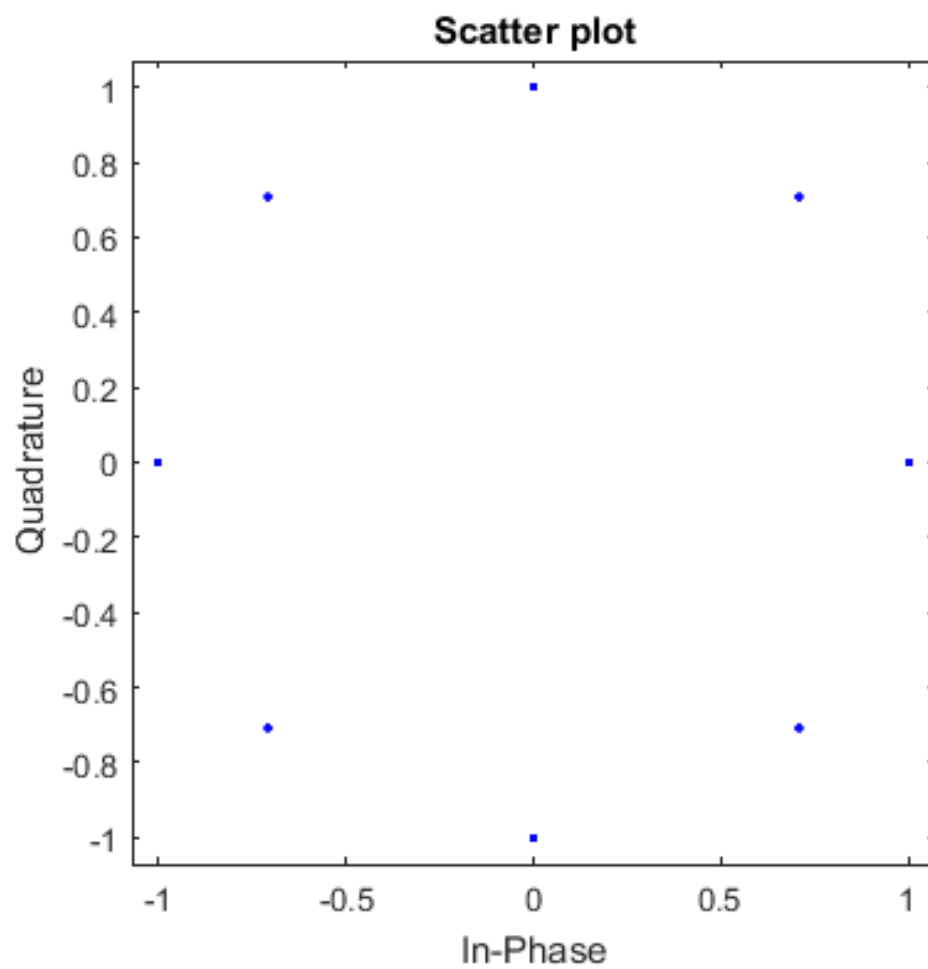



Рис. 16: Сигнальное созвездие FSK

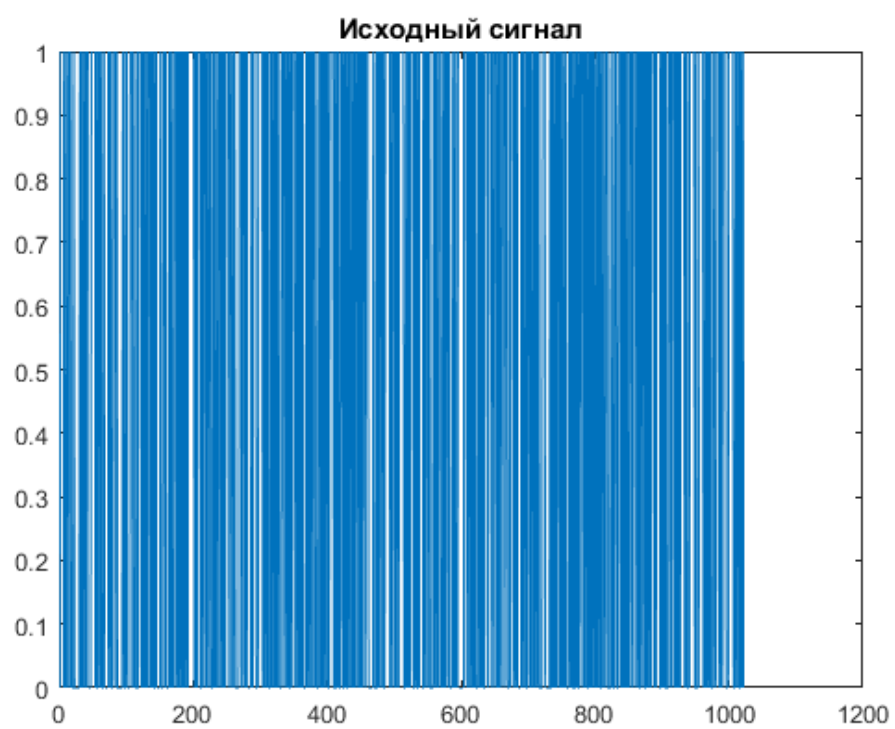


Рис. 17: Исходный сигнал

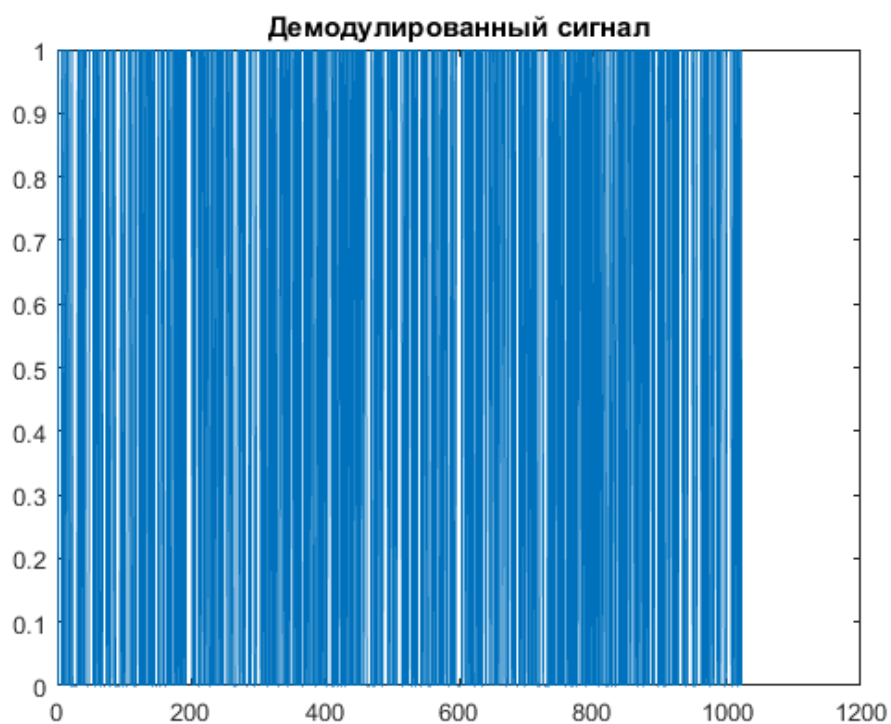


Рис. 18: Демодулированный сигнал

С помощью функции `render` сгенерированы ошибки.

С помощью `sumerr` и `biterr` были получены следующие данные:

- Ошибочных символов - 0
- Вероятность - 0
- Ошибочных битов - 0
- Вероятность - 0

Зависимость числа ошибок демодуляции от зашумленности сигнала

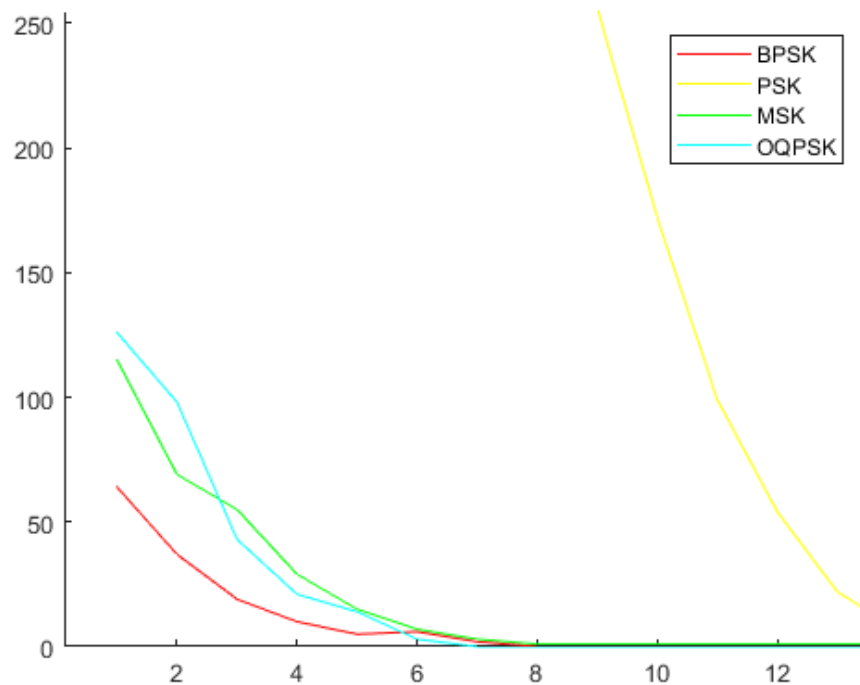


Рис. 19: Водопадные кривые

BPSK показал наилучшие результаты

5 Выводы

В ходе работы рассмотрены такие виды цифровой модуляции, как BPSK, PSK, OQPSK, QAM, MSK и FSK. Выполнена модуляция и демодуляция, также получены сигнальные созвездия и составлены водопадные кривые.