

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Отчёт по лабораторной работе

Дисциплина: Телекоммуникационные технологии

Тема: Цифровая модуляция.

Выполнил студент гр. 33501/3
Преподаватель

Вотчицев К. В.
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2018 г.

0 Содержание

1	Цель работы	2
2	Постановка задачи	2
3	Теоретический раздел	2
3.1	Амплитудная модуляция	2
3.2	Фазовая модуляция	3
3.3	Амплитудно-фазовая манипуляция	3
3.4	Частотная модуляция	3
4	Ход работы	3
4.1	BPSK	3
4.2	PSK	5
4.3	OQPSK	7
4.4	genQAM	9
4.5	MSK	11
4.6	FSK	13
5	Выводы	16

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:

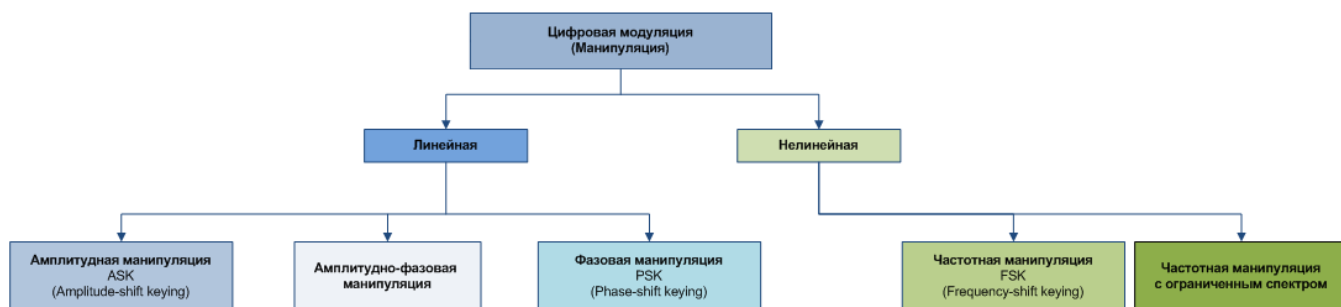


Рис. 3.1: Виды цифровой модуляции

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

```
1 %BPSK
2 M=2;
3 message = randi([0 M-1], [1 1024]); % Посылка
4 h = pskmod(message,M); % Модуляция
5 scatterplot(h); %Сигнальное созвездие
6 errSignal = (randerr(1,1024,35)); %формирование ошибок к сигналу
7 modSignal=h+errSignal; % Добавление ошибок к сигналу
8 g = pskdemod(modSignal,M); % Демодуляция
9 [t1,t2]=symerr(message,g); %t1 - кол-во ошибочный символов, t2 - вероятность ошибки
10 [t3,t4]=biterr(message,g); %t3 - кол-во ошибочных бит, t4 - вероятность ошибки
11 figure;
12 plot(message);
13 title('Исходный сигнал')
14 figure;
15 plot(g);
16 title('Демодулированный сигнал')
```

Рис. 4.1: Код на языке MATLAB

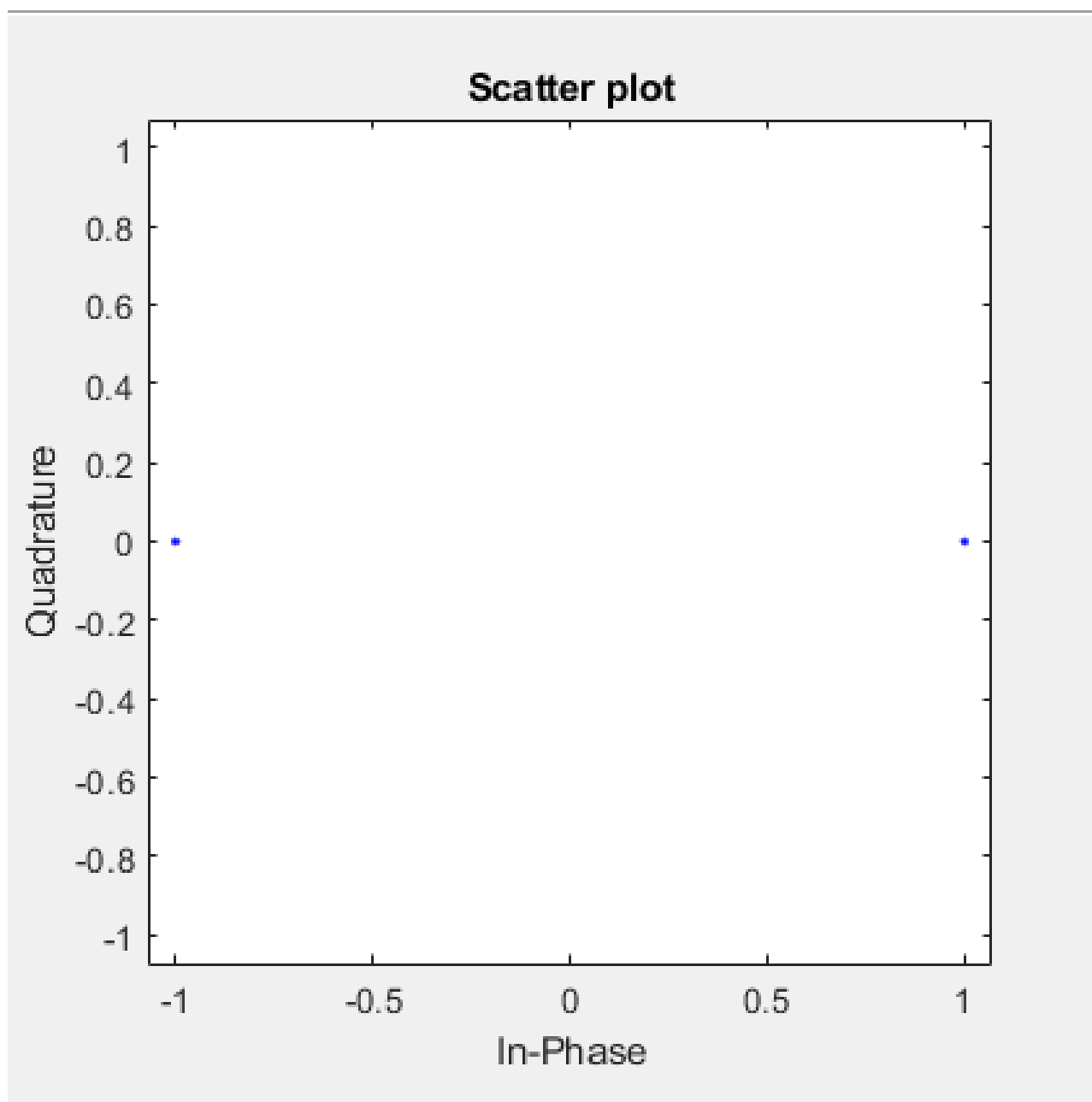


Рис. 4.2: Сигнальное созвездие BPSK

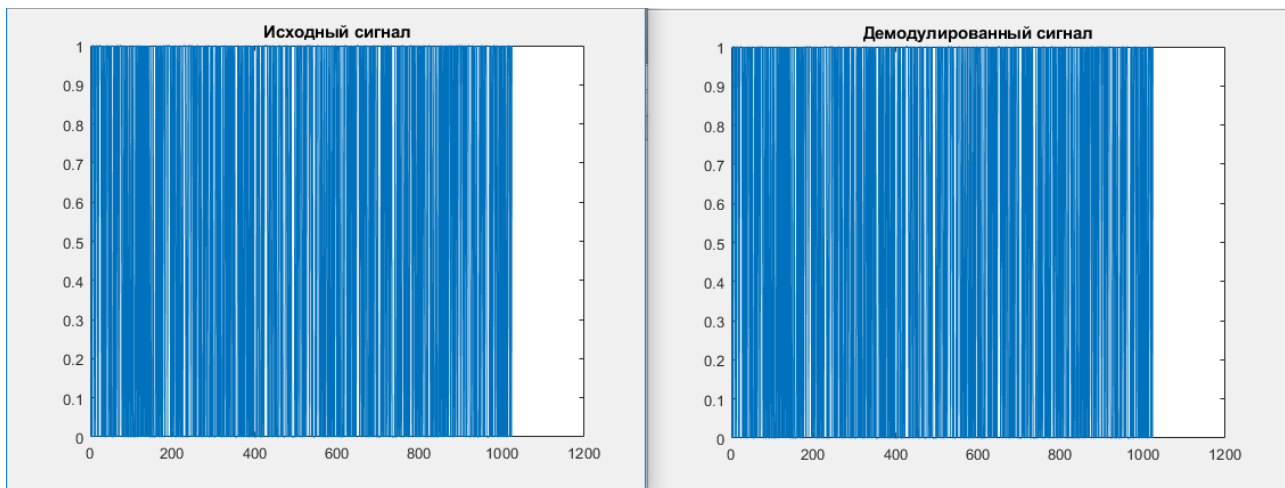


Рис. 4.3: Исходный и демодулированный сигнал

4.2 PSK

```

1  %PSK32
2  M=32;
3  message = randi([0 M-1], [1 1024]); % Посылка
4  h = pskmod(message,M); % Модуляция
5  scatterplot(h); %Сигнальное созвездие
6  errSignal = (randerr(1,1024,35)); %Формирование ошибок к сигналу
7  modSignal=h+errSignal; % Добавление ошибок к сигналу
8  g = pskdemod(modSignal,M); % Демодуляция
9  [t1,t2]=symerr(message,g); %t1 - кол-во ошибочный символов, t2 - вероятность ошибки
10 [t3,t4]=biterr(message,g); %t3 - кол-во ошибочных бит, t4 - вероятность ошибки
11 figure;
12 plot(message);
13 title('Исходный сигнал')
14 figure;
15 plot(g);
16 title('Демодулированный сигнал')

```

Рис. 4.4: Код на языке MATLAB

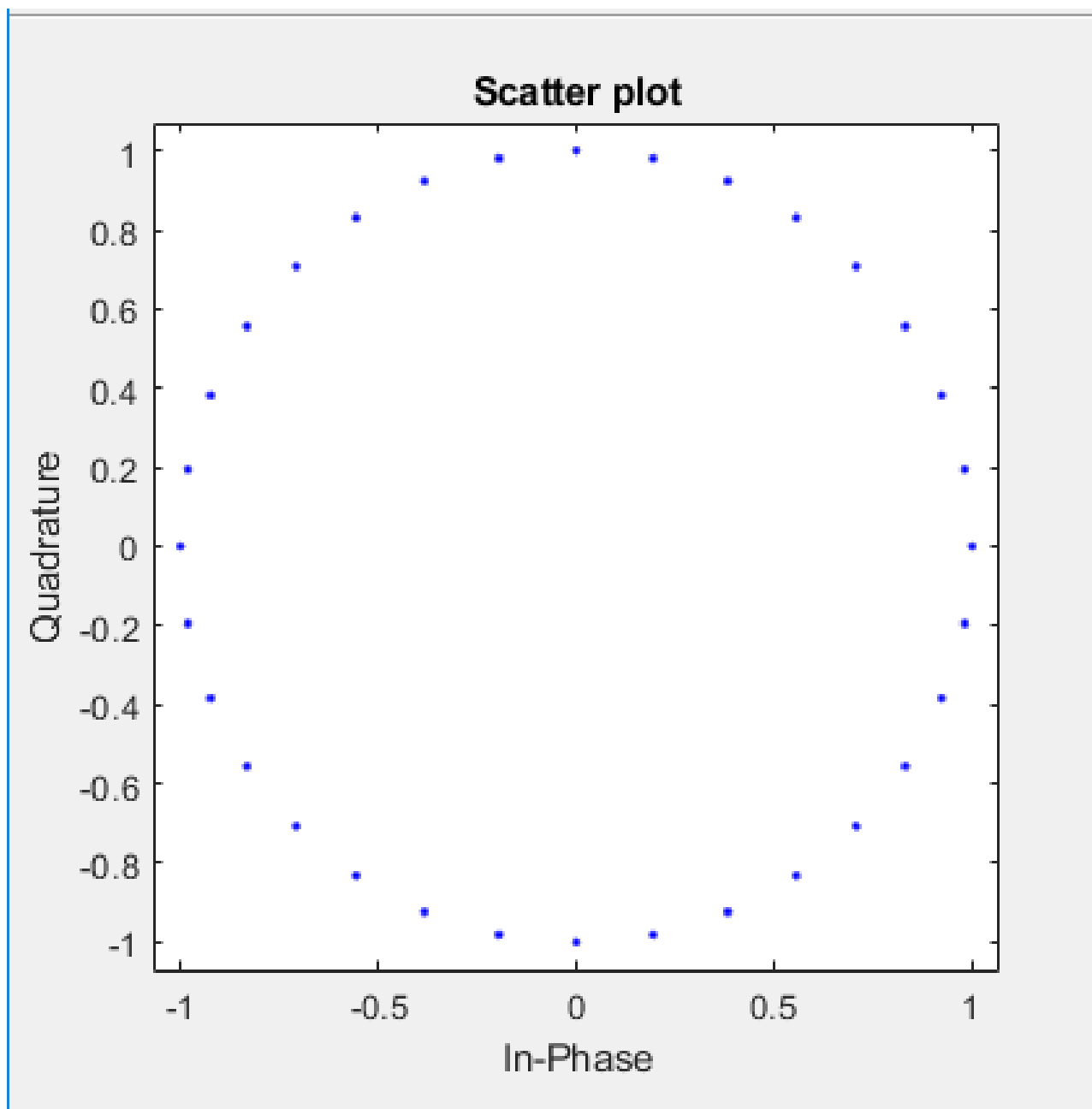


Рис. 4.5: Сигнальное созвездие PSK

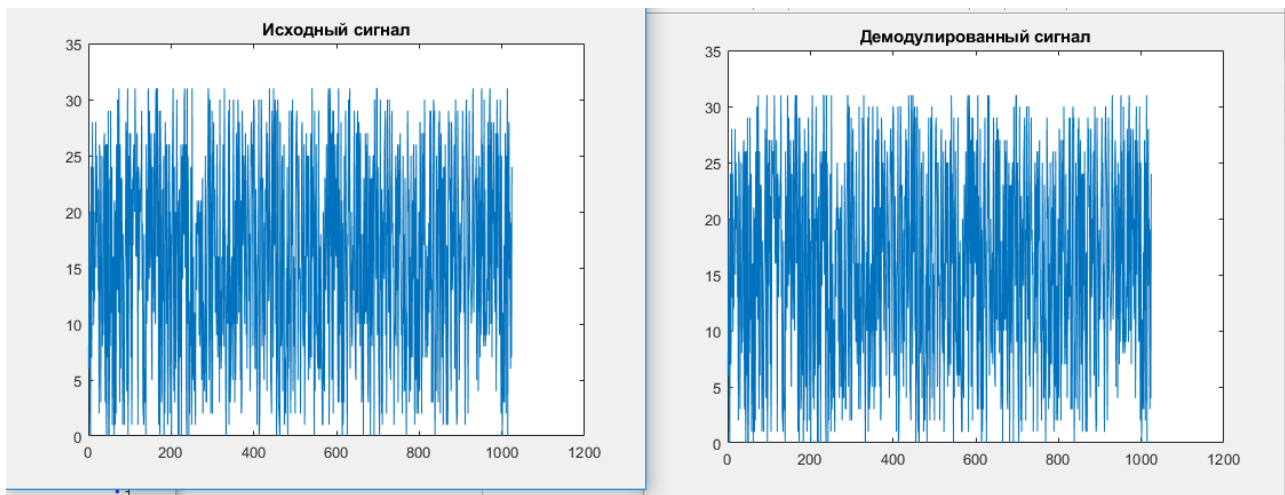


Рис. 4.6: Исходный и демодулированный сигнал

4.3 OQPSK

```

1  %OQPSK
2  message = randi([0 3], [1 1024]); % Посылка
3  h = oqpskmod(message,pi/2); % Модуляция
4  scatterplot(h); %Сигнальное созвездие
5  errSignal = (randerr(1,2049,35)); %Формирование ошибок к сигналу
6  modSignal=h+errSignal; % Добавление ошибок к сигналу
7  g = oqpskdemod(modSignal,pi/2); % Демодуляция
8  [t1,t2]=symerr(message,g); %t1 - кол-во ошибочный символов, t2 - вероятность ошибки
9  [t3,t4]=biterr(message,g); %t3 - кол-во ошибочных бит, t4 - вероятность ошибки
10 figure;
11 plot(message);
12 title('Исходный сигнал')
13 figure;
14 plot(g);
15 title('Демодулированный сигнал')

```

Рис. 4.7: Код на языке MATLAB

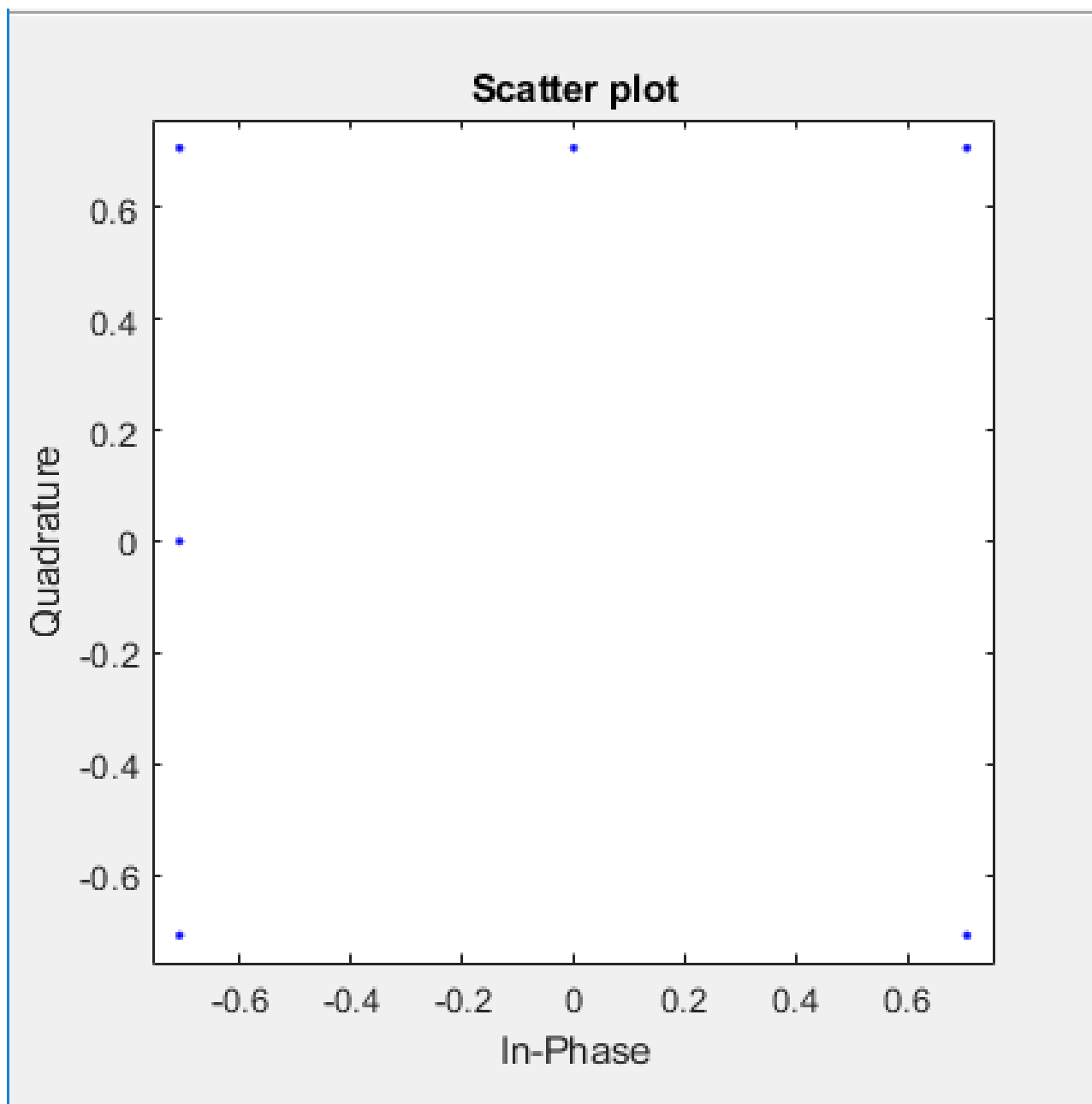


Рис. 4.8: Сигнальное созвездие OQPSK

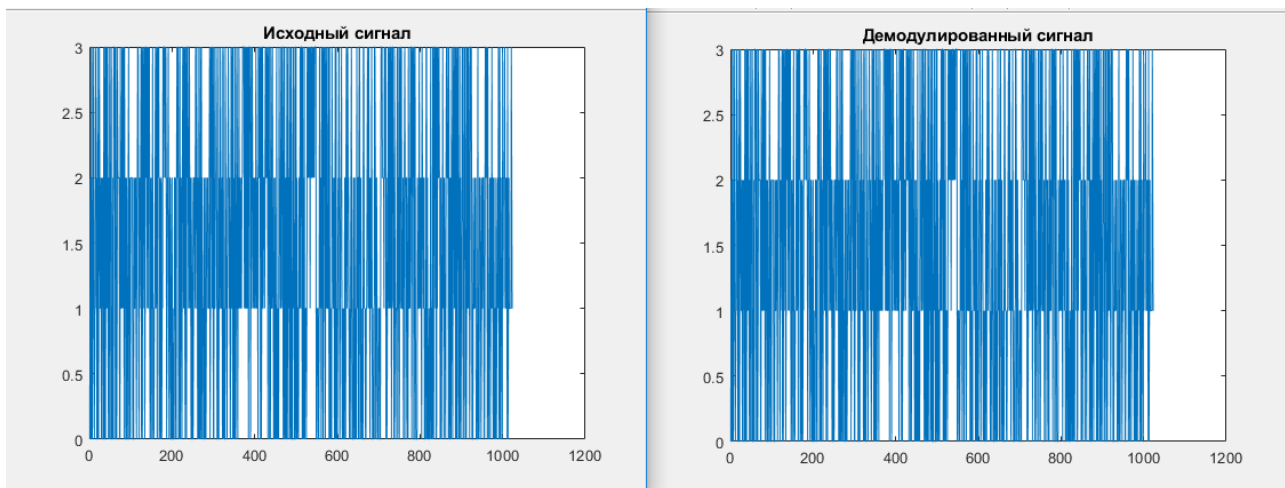


Рис. 4.9: Исходный и демодулированный сигнал

4.4 genQAM

```

1  %genQAM
2  M=10;
3  message = randi([0 3], [1 1024]); % Посылка
4  h = genqammod(message,exp(1i*4*0:M-1)); % Модуляция
5  scatterplot(h); %Сигнальное созвездие
6  errSignal = (randerr(1,1024,35)); %Формирование ошибок к сигналу
7  modSignal=h+errSignal; % Добавление ошибок к сигналу
8  g = genqamdmod(modSignal,exp(1i*4*0:M-1)); % Демодуляция
9  [t1,t2]=symerr(message,g); %t1 - кол-во ошибочный символов, t2 - вероятность ошибки
10 [t3,t4]=biterr(message,g); %t3 - кол-во ошибочных бит, t4 - вероятность ошибки
11 figure;
12 plot(message);
13 title('Исходный сигнал')
14 figure;
15 plot(g);
16 title('Демодулированный сигнал')

```

Рис. 4.10: Код на языке MATLAB

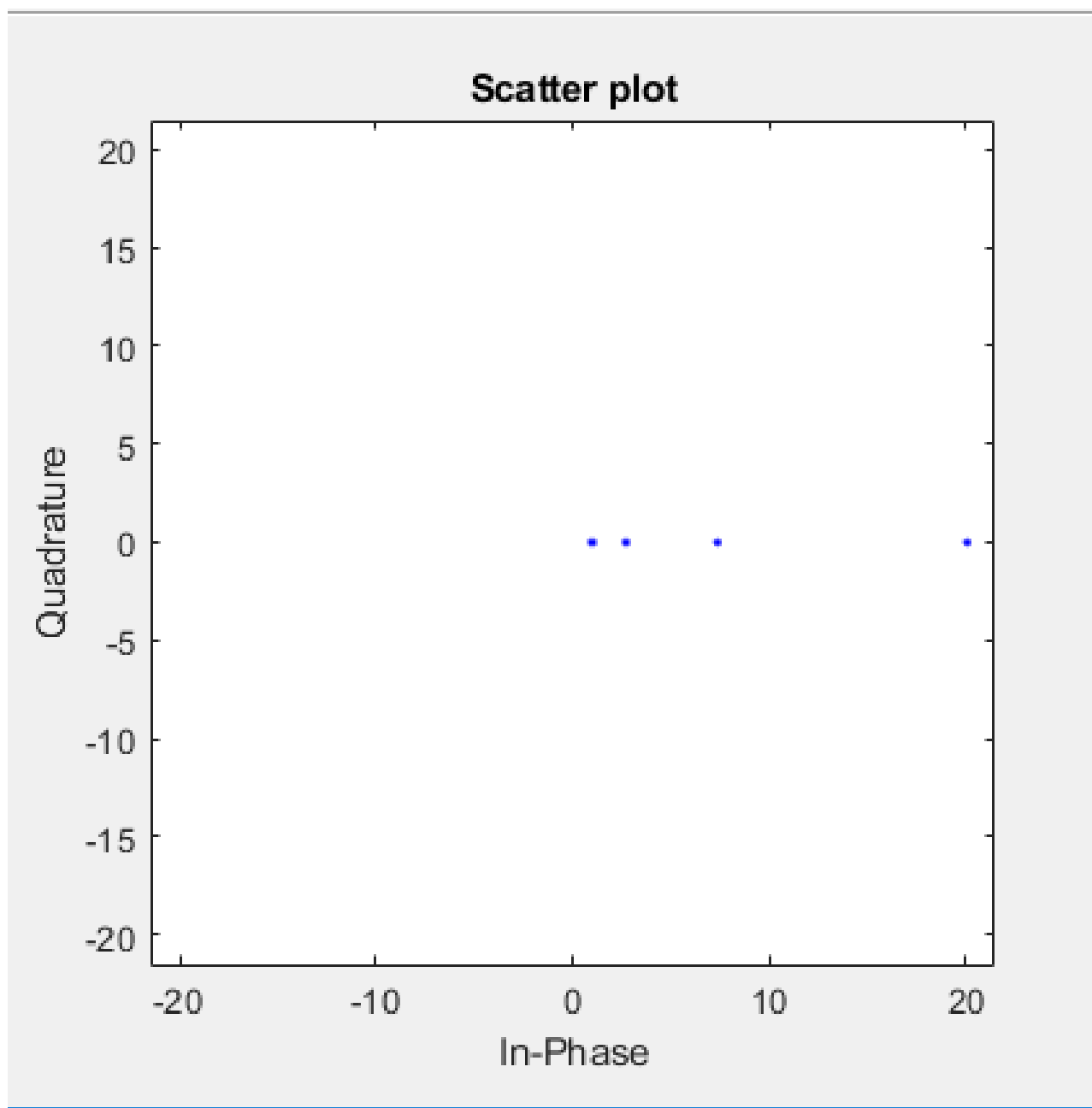


Рис. 4.11: Сигнальное созвездие genQAM

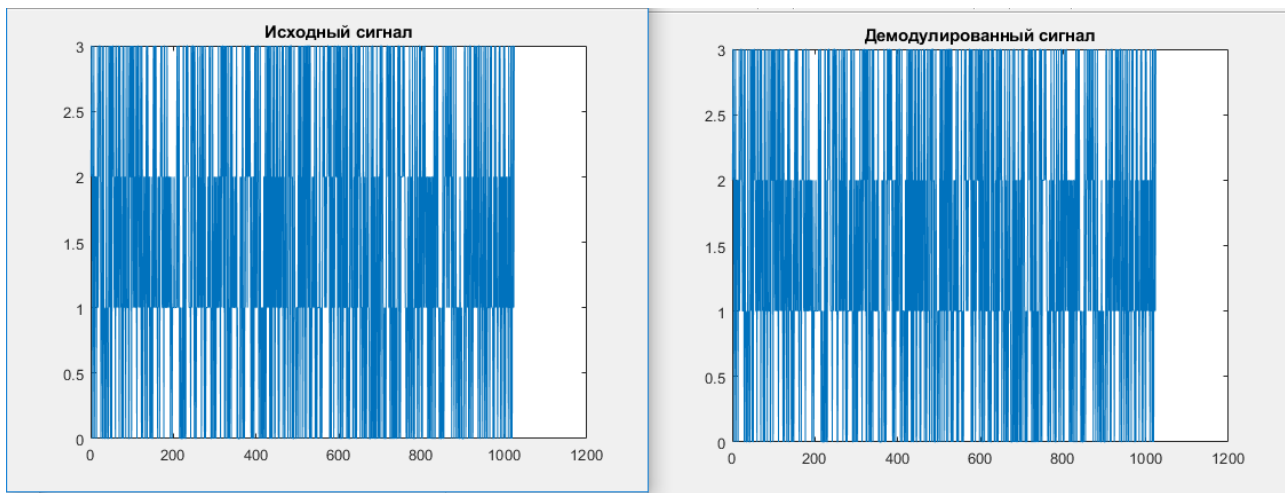


Рис. 4.12: Исходный и демодулированный сигнал

4.5 MSK

```

1  %MSK
2  M=2;
3  nsamp = 8; - %кол-во выборок на символ
4  message = randi([0 M-1], [1 1024]); % Посылка
5  h = msksmod(message,nsamp); % Модуляция
6  scatterplot(h); %Сигнальное созвездие
7  errSignal = (randerr(1,1024*nsamp,35)); %формирование ошибок к сигналу
8  modSignal=h+errSignal; % Добавление ошибок к сигналу
9  g = msksdemod(modSignal,nsamp); % Демодуляция
10 [t1,t2]=symerr(message,g); %t1 - кол-во ошибочный символов, t2 - вероятность ошибки
11 [t3,t4]=biterr(message,g); %t3 - кол-во ошибочных бит, t4 - вероятность ошибки
12 figure;
13 plot(message);
14 title('Исходный сигнал')
15 figure;
16 plot(g);
17 title('Демодулированный сигнал')

```

Рис. 4.13: Код на языке MATLAB

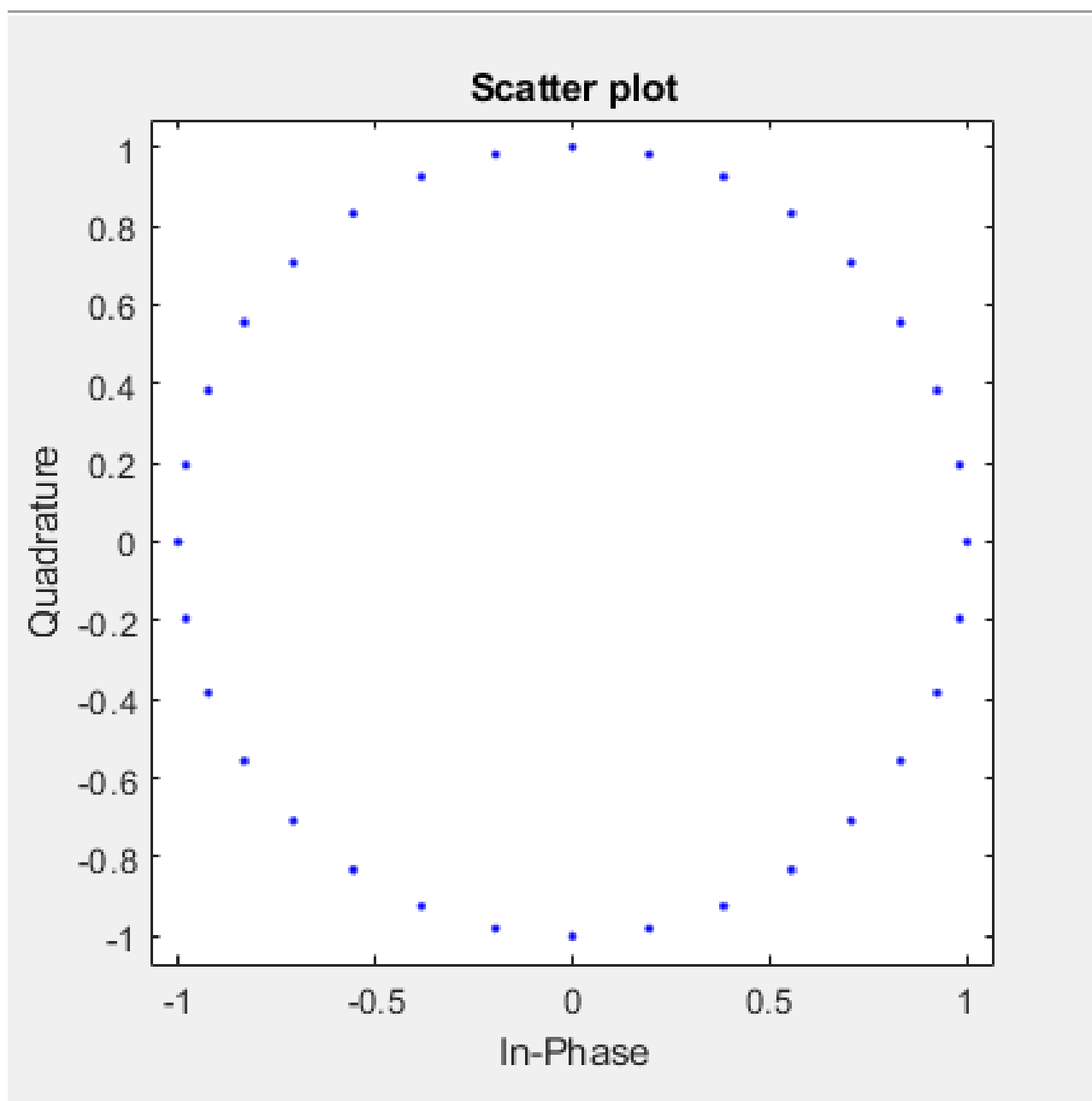


Рис. 4.14: Сигнальное созвездие MSK

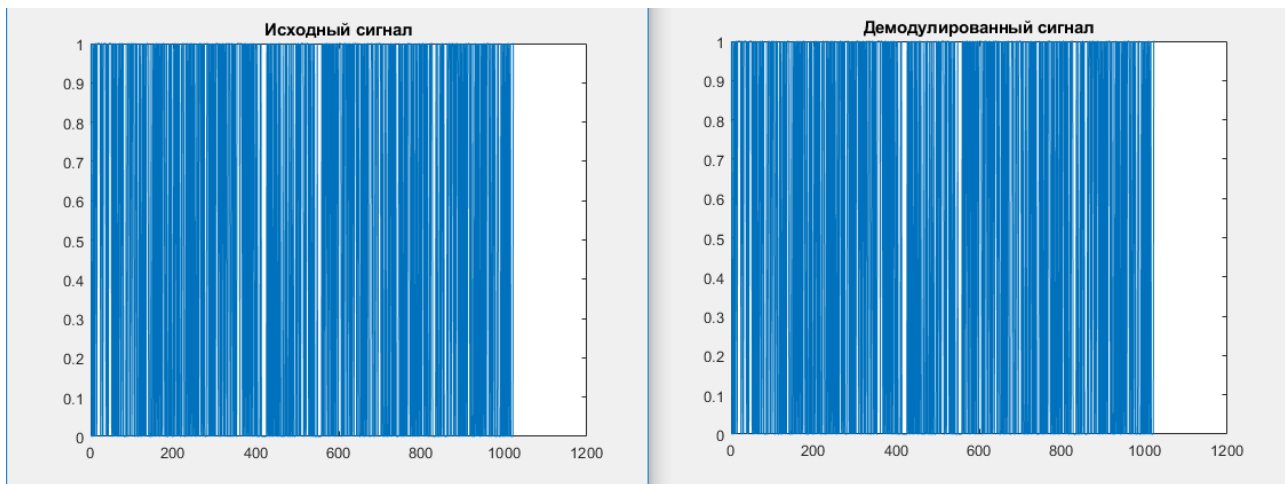


Рис. 4.15: Исходный и демодулированный сигнал

4.6 FSK

```
%FSK
M=2;
nsamp = 8; %кол-во выборок на символ
freqsep = 8; %разделение частоты
Fs = 32; % Частота дискретизации
message = randi([0 M-1], [1 1024]); % Посылка
h = fskmod(message,M,freqsep,nsamp,Fs); % Модуляция
scatterplot(h); %Сигнальное созвездие
errSignal = (randerr(1,1024*nsamp,35)); %формирование ошибок к сигналу
modSignal=h+errSignal; % Добавление ошибок к сигналу
g = fskdemod(modSignal,M,freqsep,nsamp,Fs); % Демодуляция
[t1,t2]=symerr(message,g); %t1 - кол-во ошибочный символов, t2 - вероятность ошибки
[t3,t4]=biterr(message,g); %t3 - кол-во ошибочных бит, t4 - вероятность ошибки
figure;
plot(message);
title('Исходный сигнал')
figure;
plot(g);
title('Демодулированный сигнал')|
```

Рис. 4.16: Код на языке MATLAB

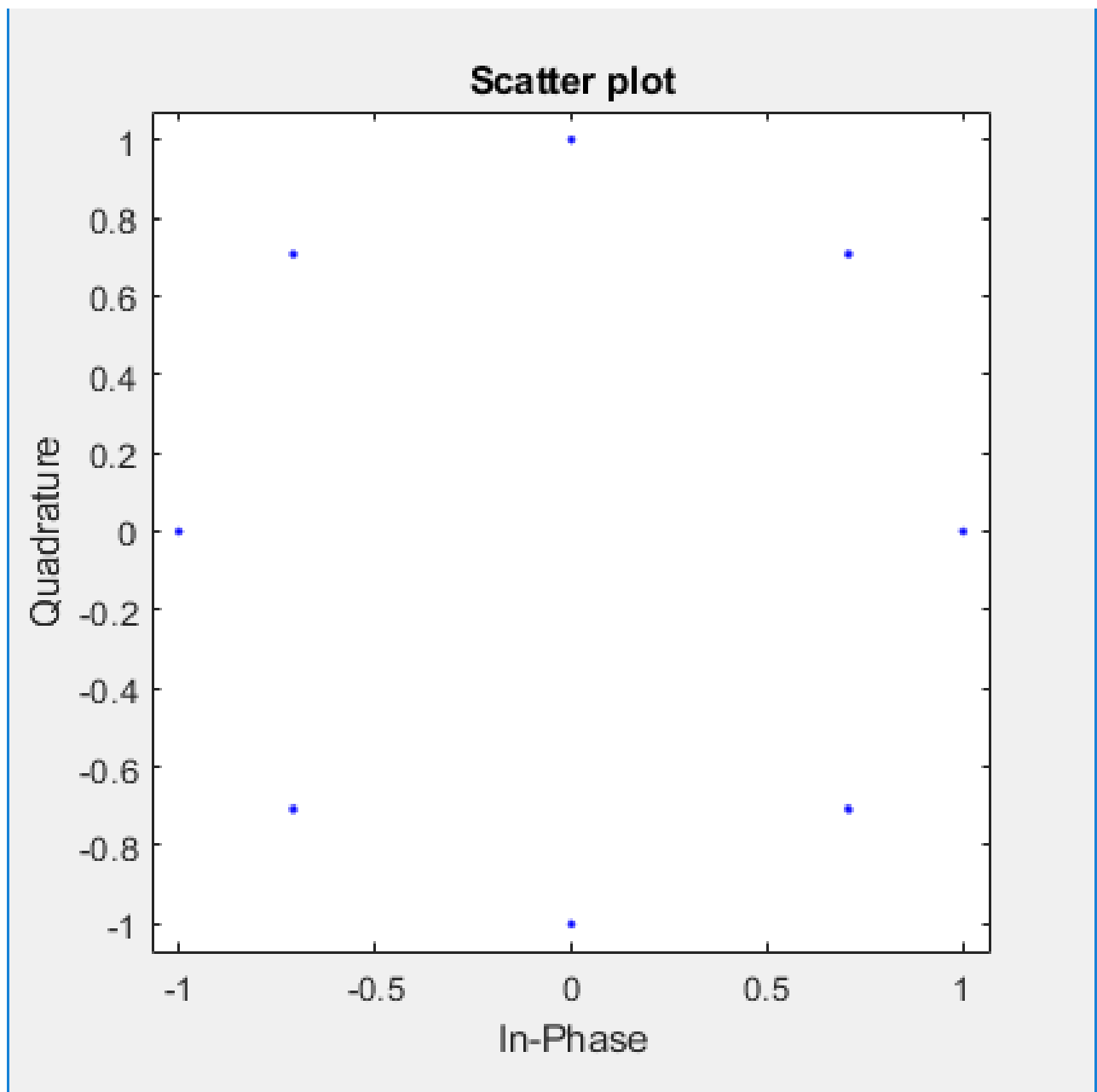


Рис. 4.17: Сигнальное созвездие FSK

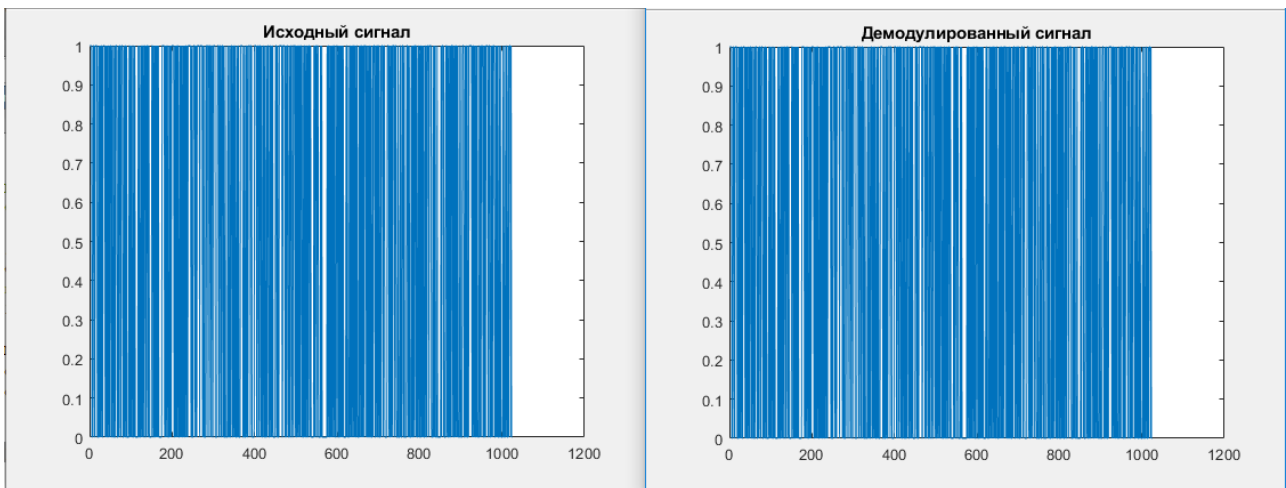


Рис. 4.18: Исходный и демодулированный сигнал

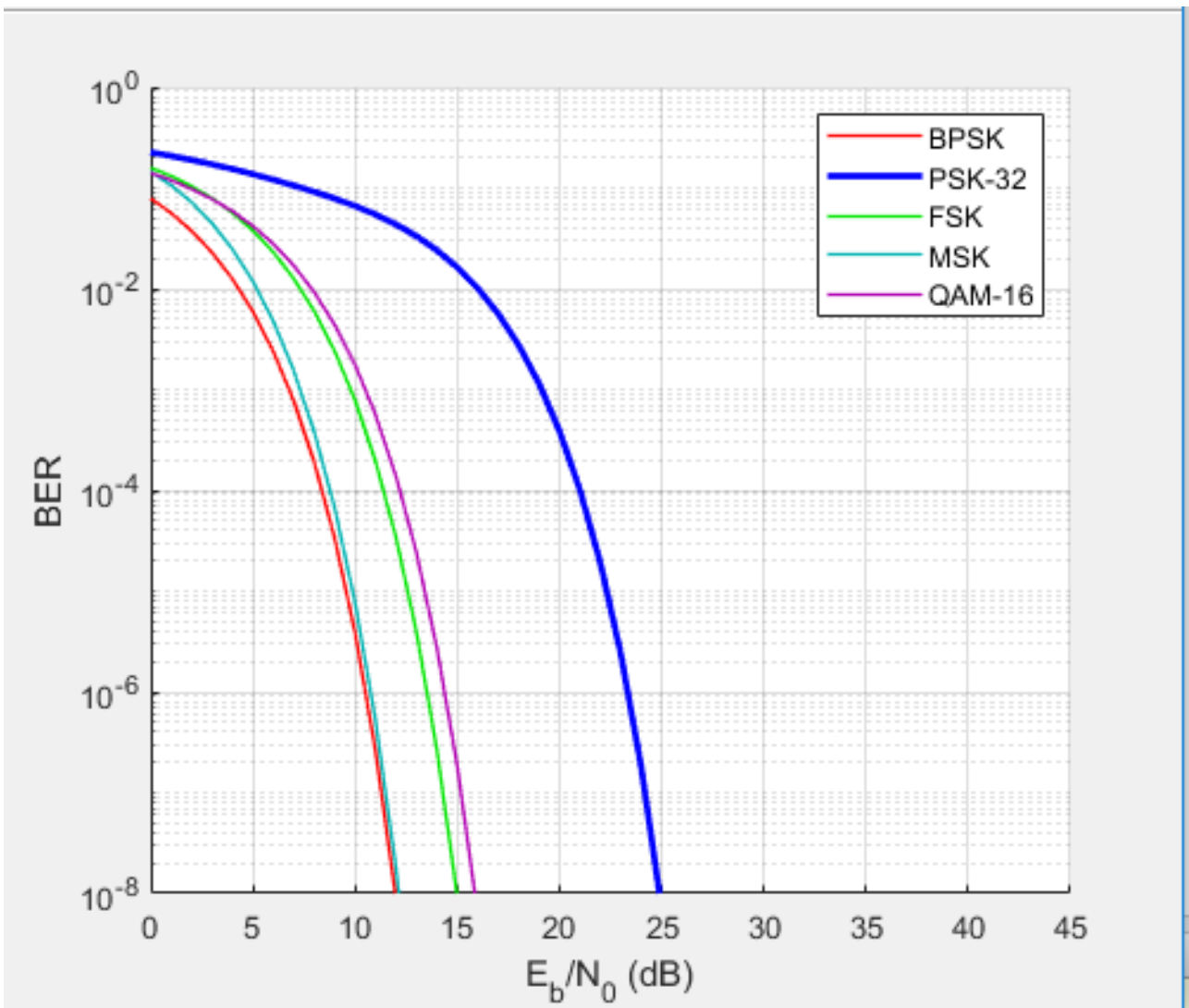


Рис. 4.19: Водопадные кривые

Как можно увидеть из графика, самым помехоустойчивым сигналом является BPSK

5 Выводы

В ходе работы были рассмотрены такие виды цифровой модуляции, как BPSK, PSK, OQPSK, QAM, MSK и FSK. Была выполнена модуляция и демодуляция, также были получены сигнальные созвездия.

Большинство исследованных видов цифровой модуляции находят широкое применение в современном мире. Так например, QAM применяется для передачи сигналов цветности в телевизионном стандарте PAL и NTSC; MSK, PSK, QAM а также FSK применяется в стандарте сотовой связи GSM.