

Отчет по лабораторной работе №6

Игнатьев К.А.

29 мая 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 манипуляция

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 манипуляция

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 манипуляция

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;

signal = randi([0 m-1], [1 256]);

y = pskmod(signal, m); %%Команда модуляции
scatterplot(y); %%Сигнальное созвездие

sig_noise = awgn(y, 11); %%Формирование ошибок
scatterplot(sig_noise); %%Сигнальное созвездие

sig_demod = pskdemod(sig_noise, m); %%Демодуляция
```

```
[a1, b1] = symerr(signal, sig_demod)
[c1, d1] = biterr(signal, sig_demod)
```

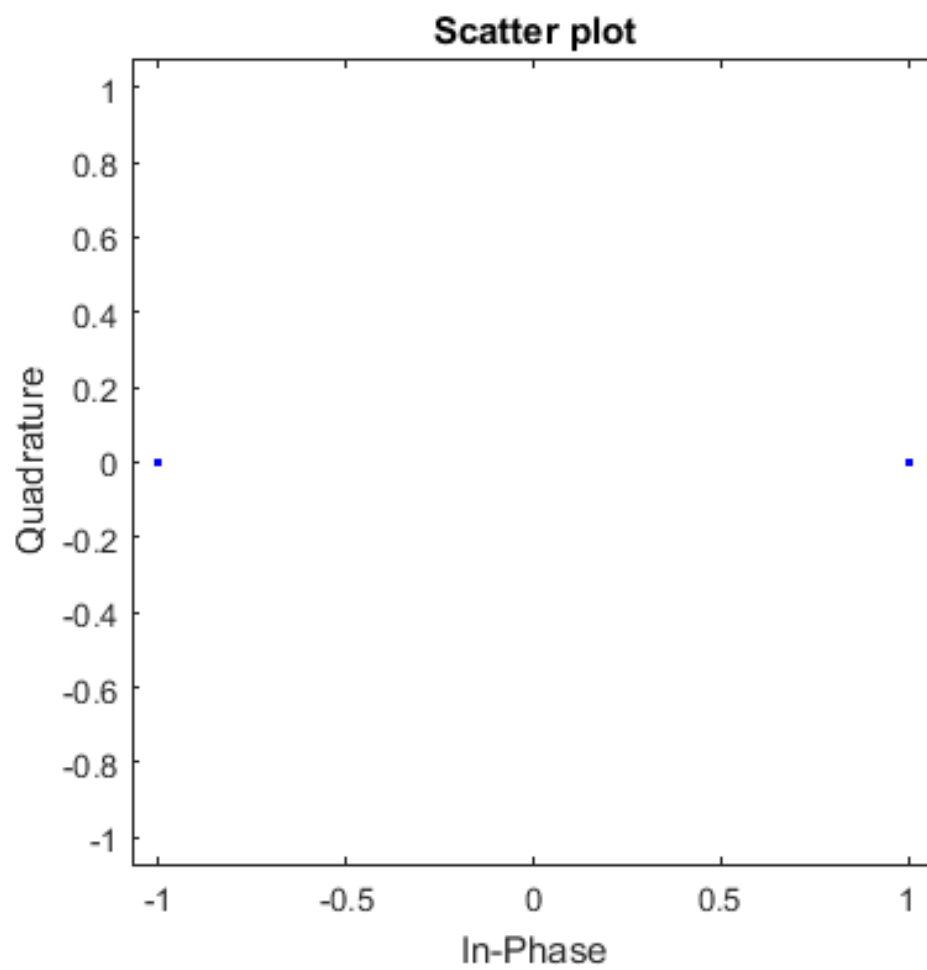


Рис. 1: Сигнальное созвездие BPSK

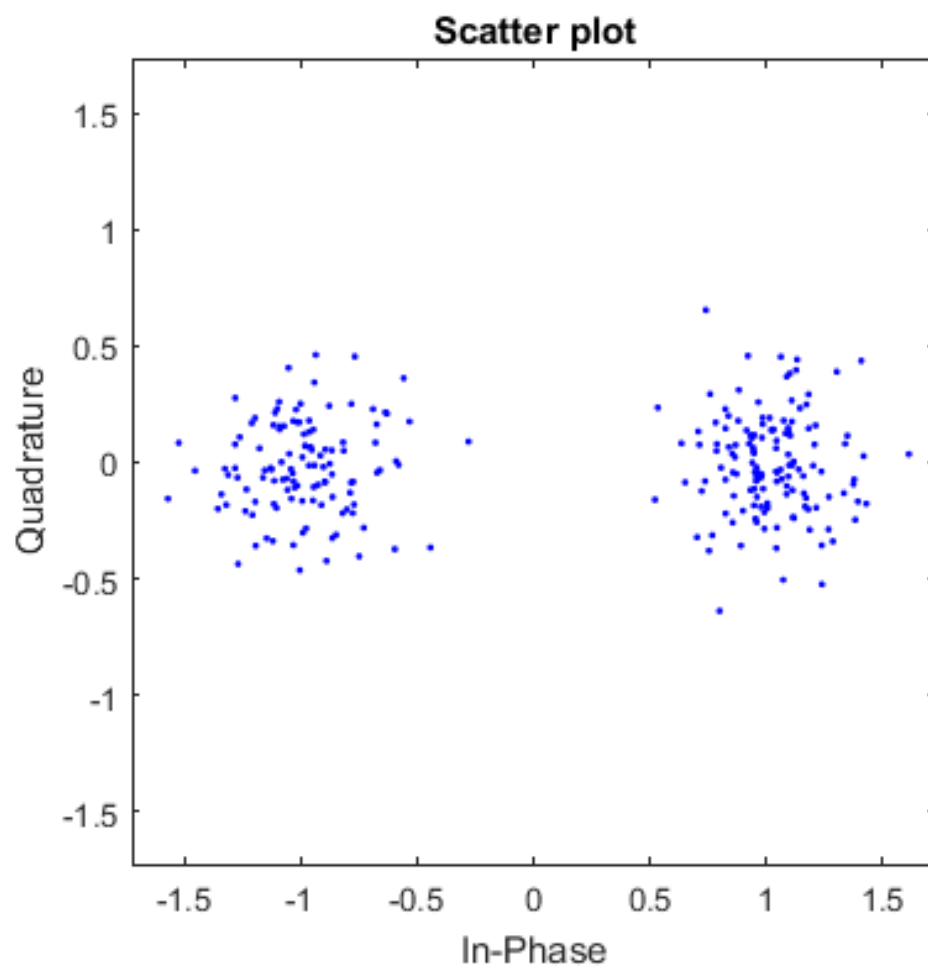


Рис. 2: Зашумленное сигнальное созвездие BPSK



Рис. 3: Исходный сигнал

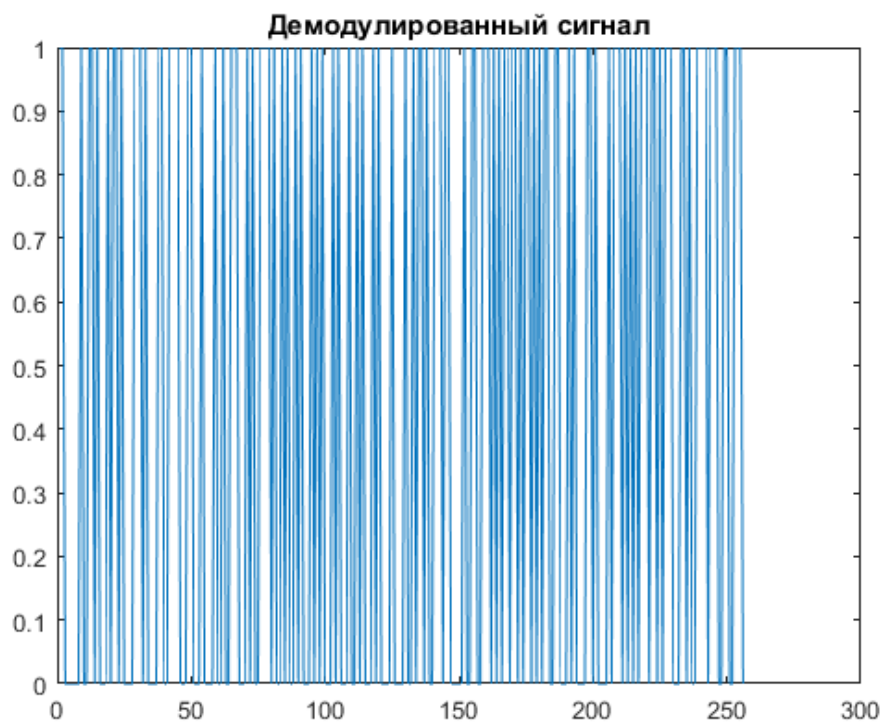


Рис. 4: Демодулированный сигнал

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

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

4.2 PSK

```
%%%%%%%%%%%%%%PSK
m = 8;
```

```
signal = randi([0 m-1], [1 256]);
```

```
y = pskmod(signal, m); %%Команда модуляции
scatterplot(y); %%Сигнальное созвездие
```

```
sig_noise = awgn(y, 11); %%Формирование ошибок  
scatterplot(sig_noise); %%Сигнальное созвездие  
  
sig_demod = pskdemod(sig_noise, m); %%Демодуляция  
  
[a2, b2] = symerr(signal, sig_demod)  
[c2, d2] = biterr(signal, sig_demod)
```

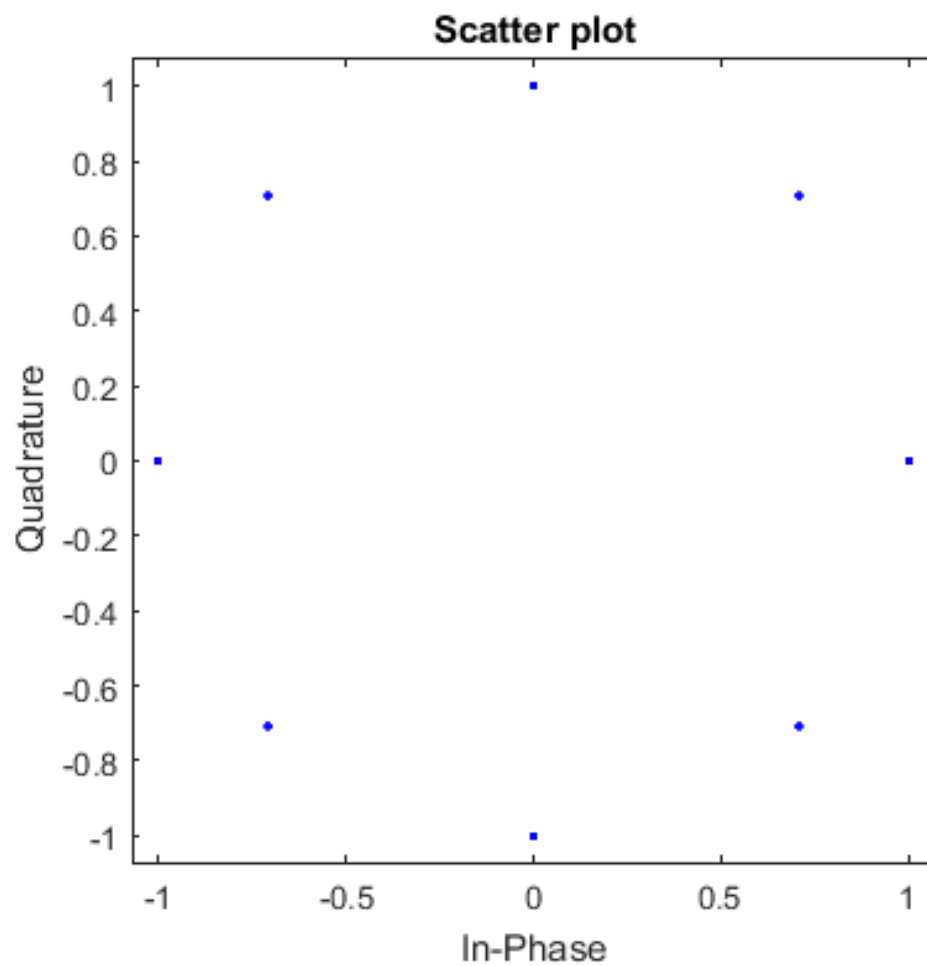


Рис. 5: Сигнальное созвездие PSK

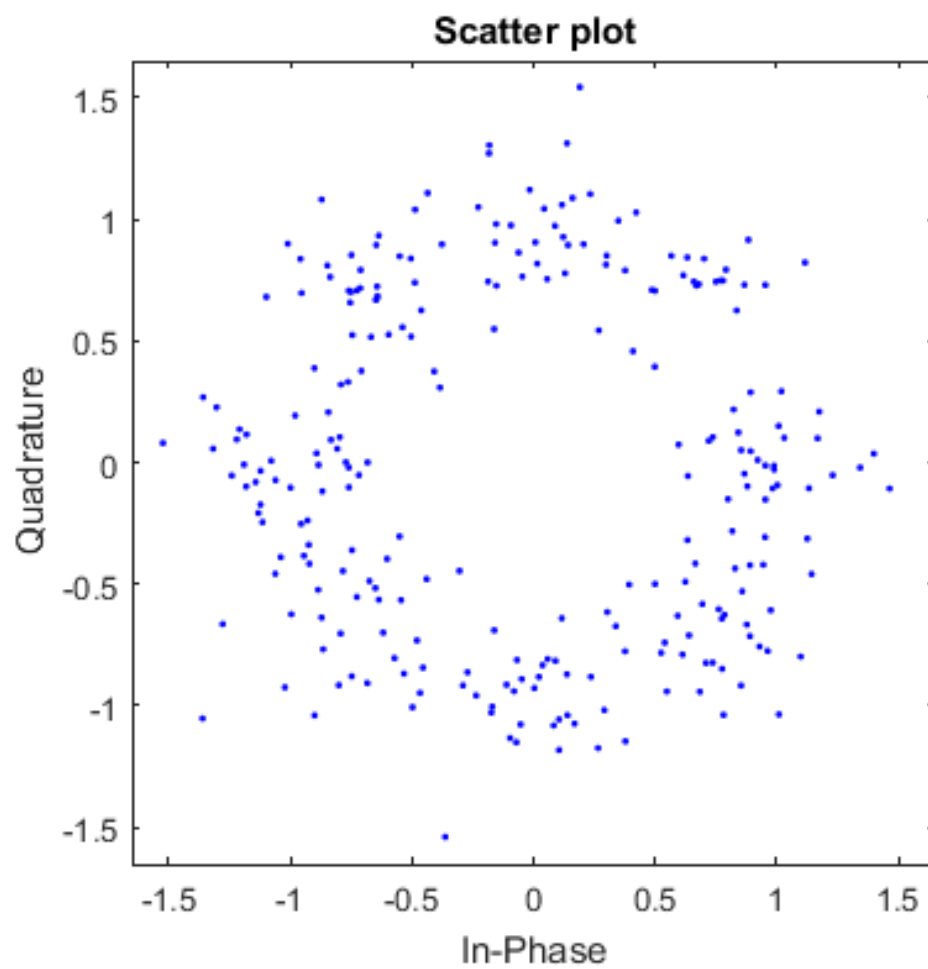


Рис. 6: Зашумленное сигнальное созвездие PSK



Рис. 7: Исходный сигнал

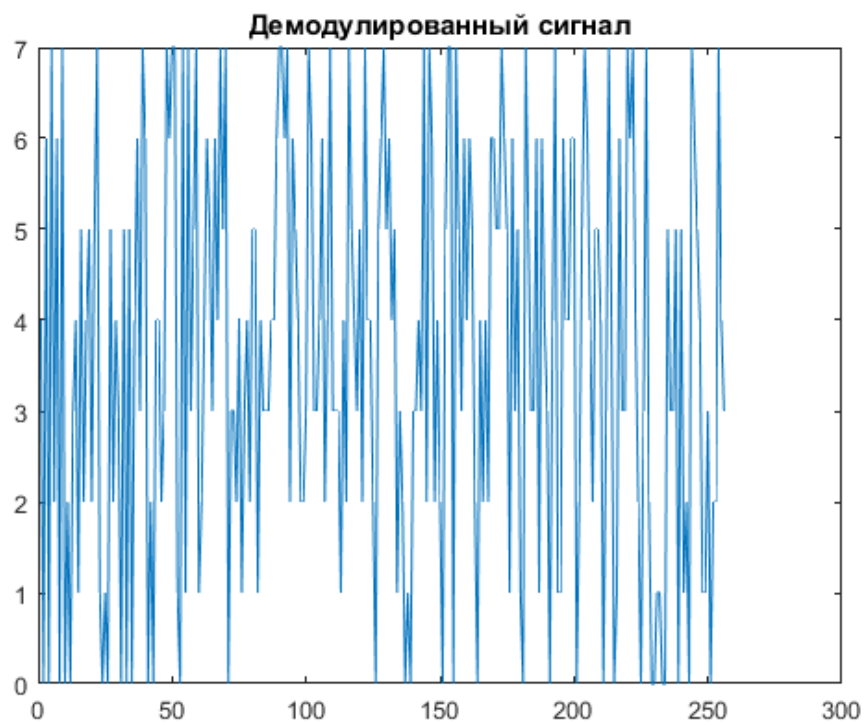


Рис. 8: Демодулированный сигнал

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

- Ошибочных символов - 18
- Вероятность - 0.0703
- Ошибочных битов - 34
- Вероятность - 0.0443

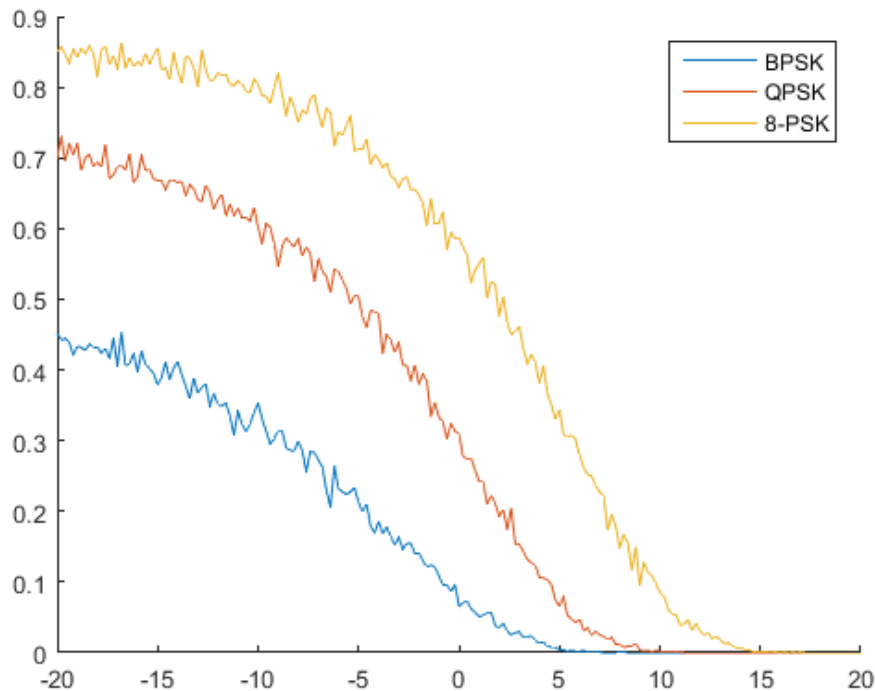


Рис. 9: Вероятность ошибки в зависимости от шума

По графику видно, что BPSK является самой помехоустойчивой модуляцией.

4.3 OQPSK

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%OQPSK
```

```
m = 4;
```

```
signal = randi([0 m-1], [1 256]);
```

```
y = oqpskmod(signal, m); %%Команда модуляции
scatterplot(y); %%Сигнальное созвездие
```

```
sig_noise = awgn(y, 11); %%Формирование ошибок
scatterplot(sig_noise); %%Сигнальное созвездие
```

```
sig_demod = oqpskdemod(sig_noise, m); %%Демодуляция
```

```
[a3, b3] = symerr(signal, sig_demod)
[c3, d3] = biterr(signal, sig_demod)
```

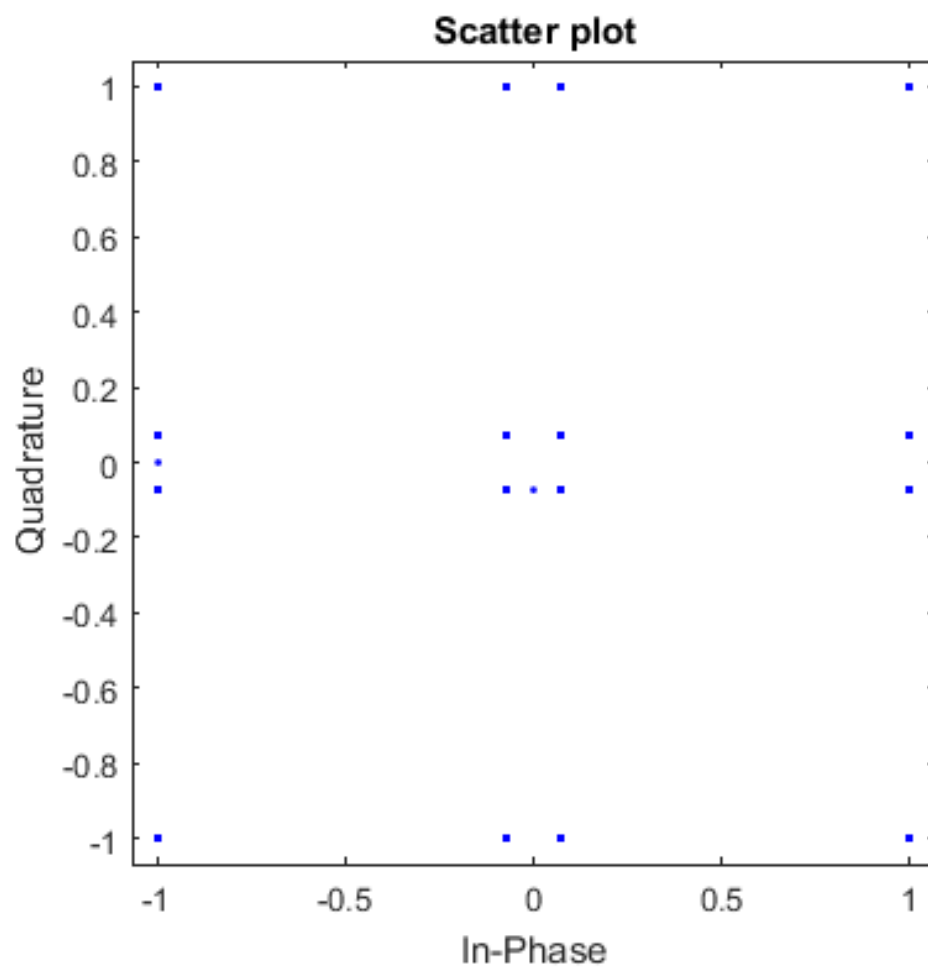


Рис. 10: Сигнальное созвездие OQPSK

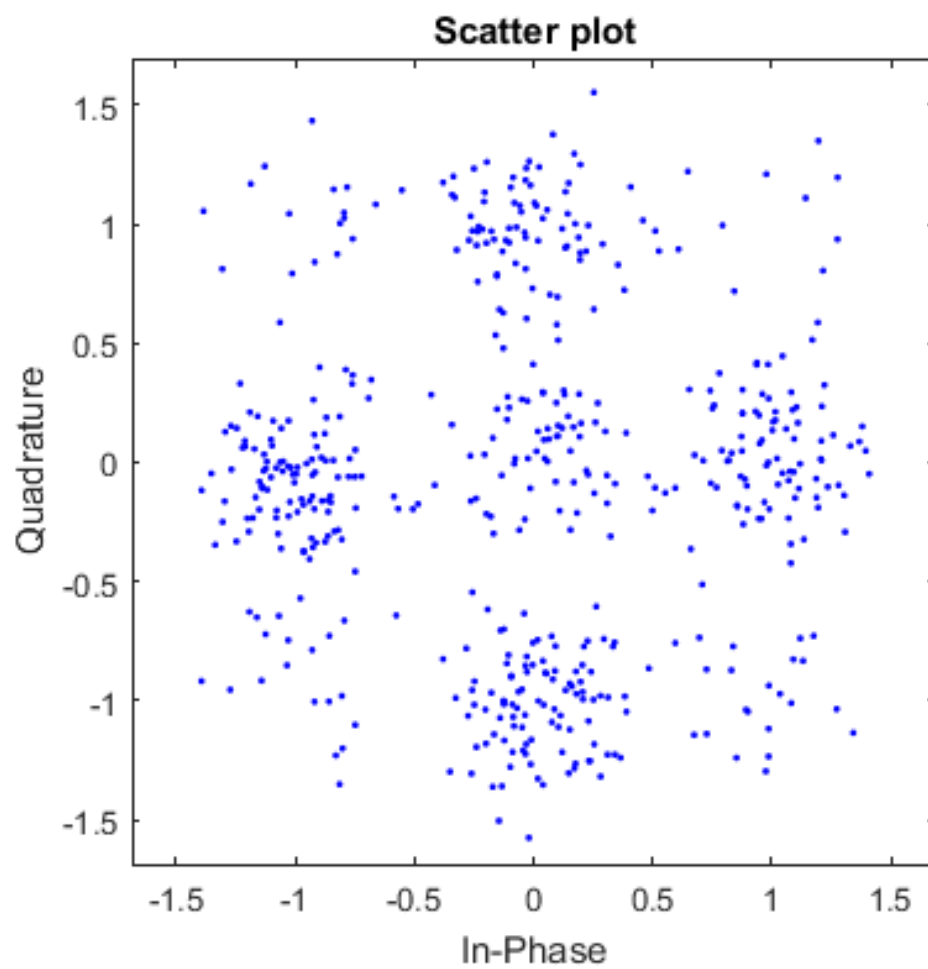


Рис. 11: Зашумленное сигнальное созвездие OQPSK



Рис. 12: Исходный сигнал



Рис. 13: Демодулированный сигнал

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

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

4.4 genQAM

```
%%%%%%%%%%%%%%genQAM
inphase = [1/2 1 1 1/2 1/2 2 2 5/2];
quadr = [0 1 -1 2 -2 1 -1 0];
inphase = [inphase;-inphase]; inphase = inphase(:);
quadr = [quadr;quadr]; quadr = quadr(:);
const = inphase + 1i*quadr;
m = 16;
```



```

signal = randi([0 m-1], [1 256]);

y = genqammod(signal, const); %%Команда модуляции
scatterplot(y); %%Сигнальное созвездие

sig_noise = awgn(y, 11); %%Формирование ошибок
scatterplot(sig_noise); %%Сигнальное созвездие

sig_demod = genqamdemod(sig_noise, const); %%Демодуляция

[a4, b4] = symerr(signal, sig_demod)
[c4, d4] = biterr(signal, sig_demod)

```

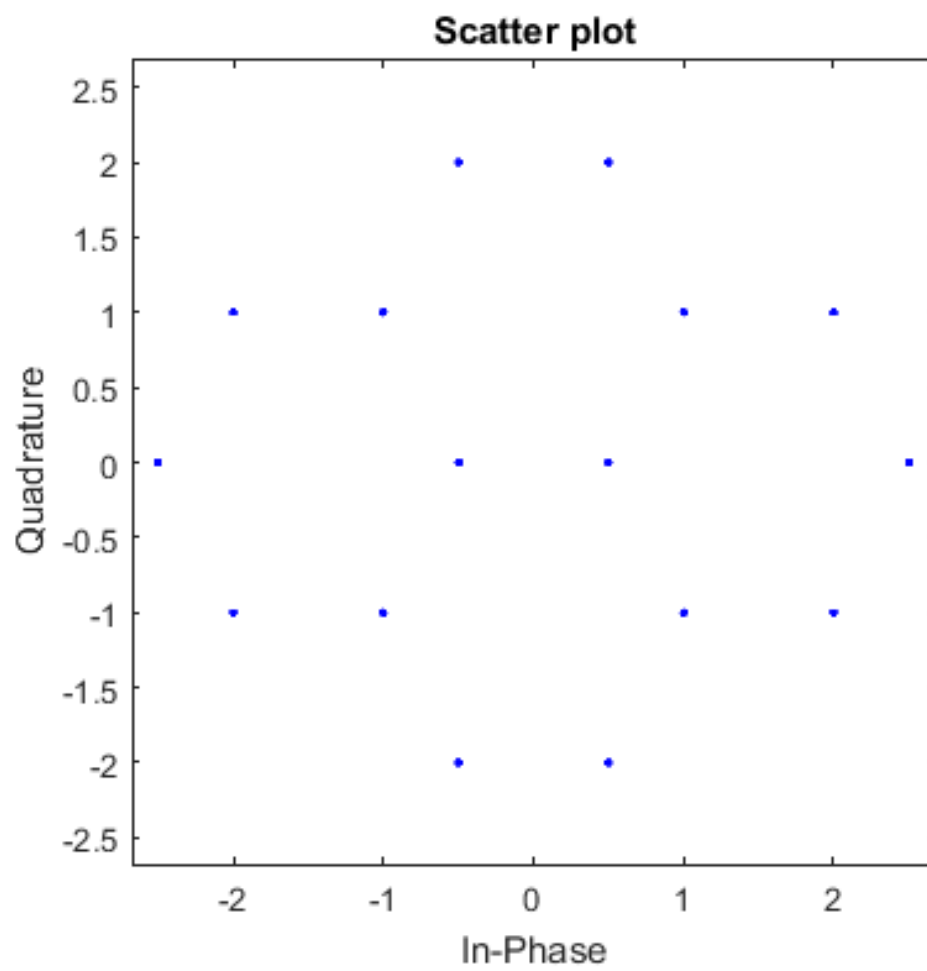


Рис. 14: Сигнальное созвездие genQAM

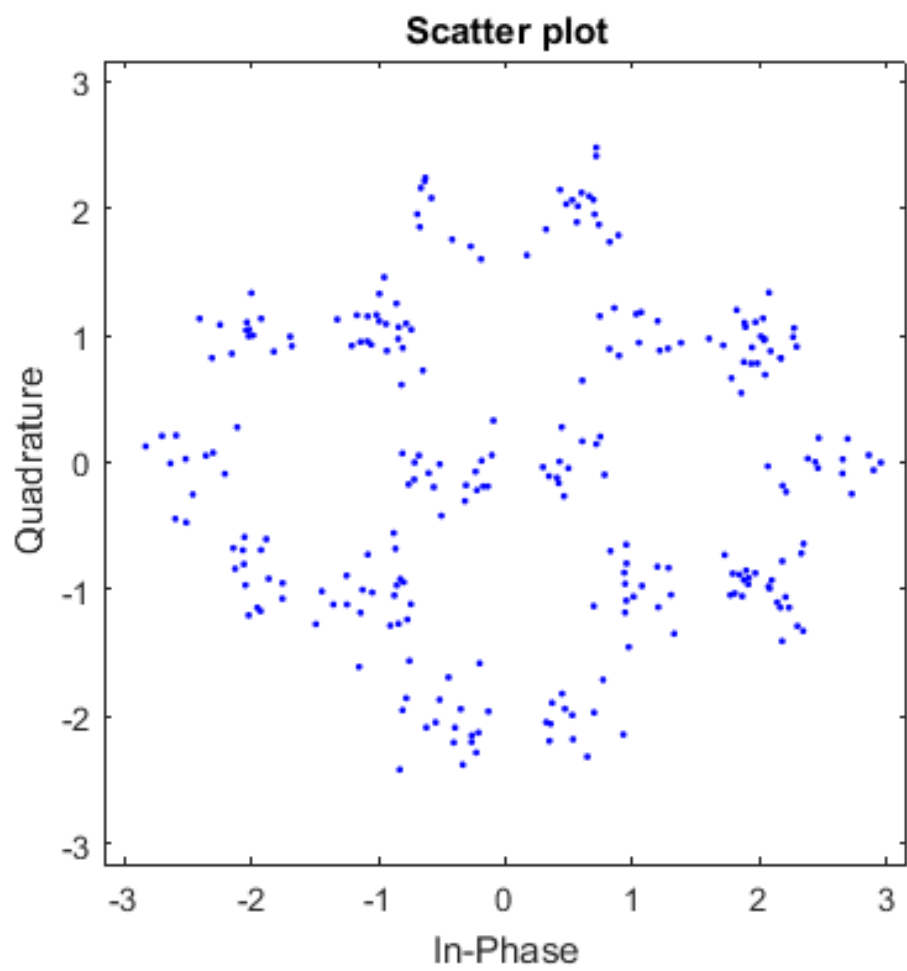


Рис. 15: Зашумленное сигнальное созвездие genQAM

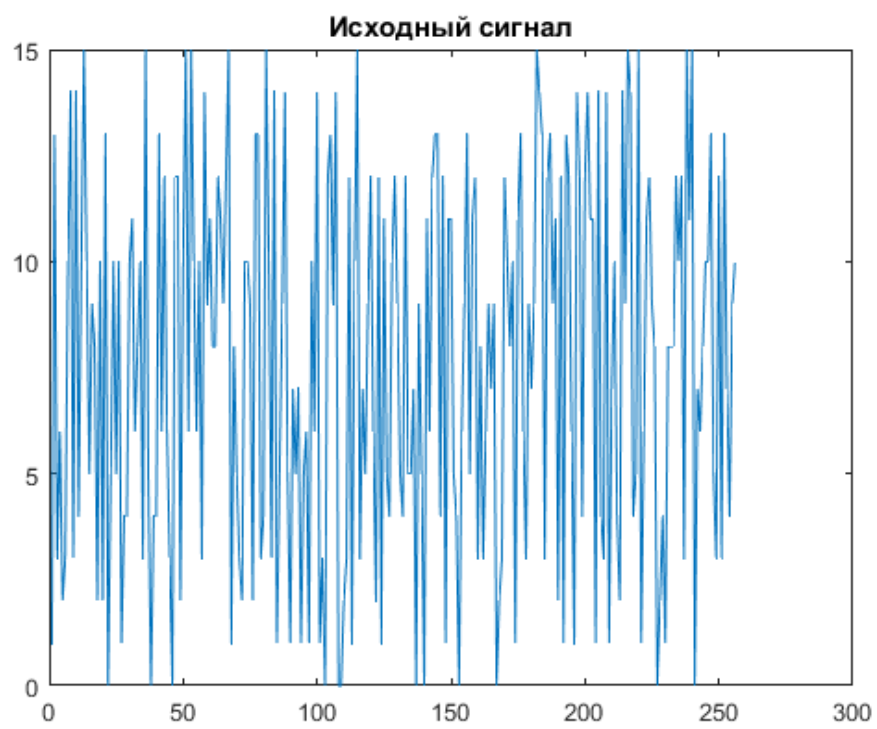


Рис. 16: Исходный сигнал

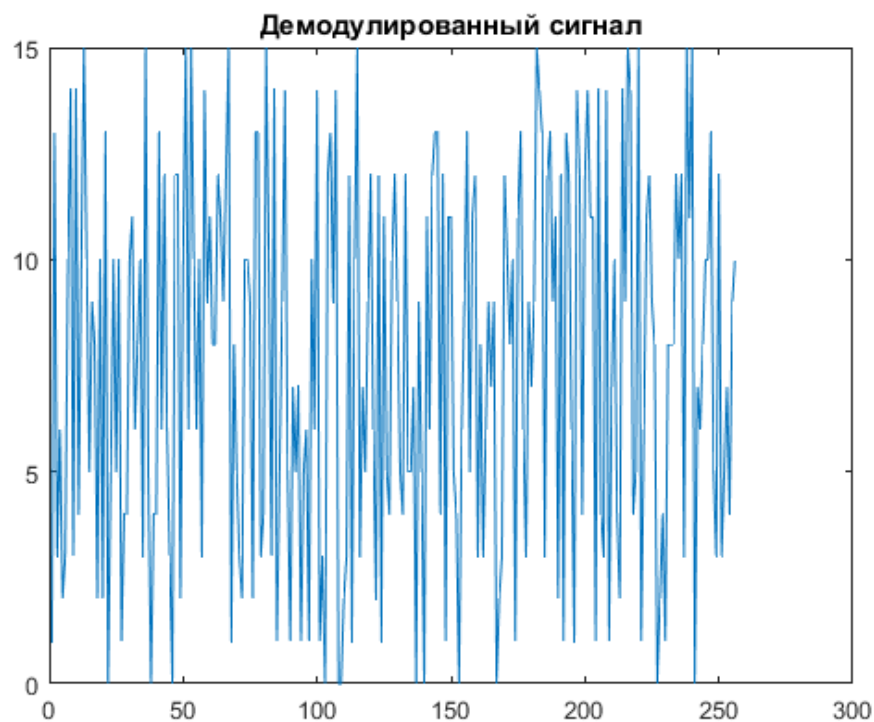


Рис. 17: Демодулированный сигнал

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

- Ошибочных символов - 1
- Вероятность - 0.0039
- Ошибочных битов - 1
- Вероятность - 0.0010

4.5 MSK

```
%%%%%%%%%%%%%%MSK
m = 2;
n = 7;
signal = randi([0 m-1], [1 256]);

y = mskmod(signal, n); %%Команда модуляции
scatterplot(y);
```

```

sig_noise = awgn(y, 11); %%Формирование ошибок
scatterplot(sig_noise); %%Сигнальное созвездие

sig_demod = mskdemod(sig_noise, n);

[a5, b5] = symerr(signal, sig_demod);
[c5, d5] = biterr(signal, sig_demod);

```

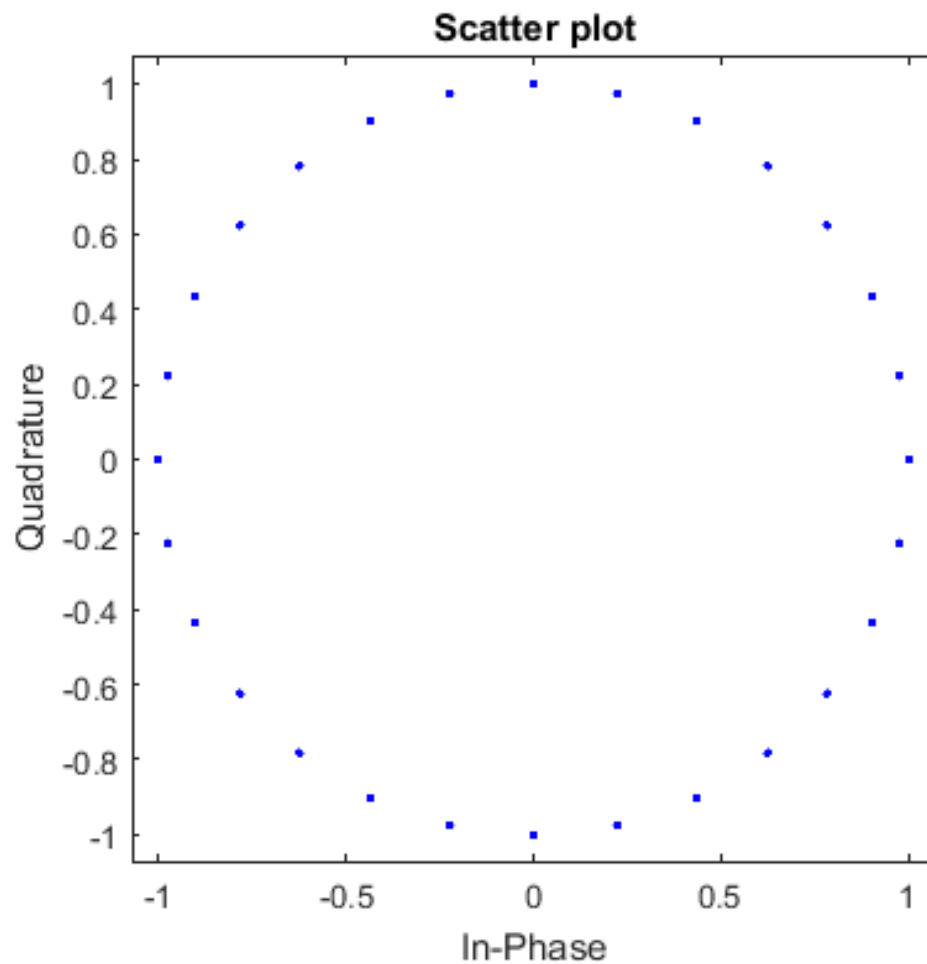


Рис. 18: Сигнальное созвездие MSK

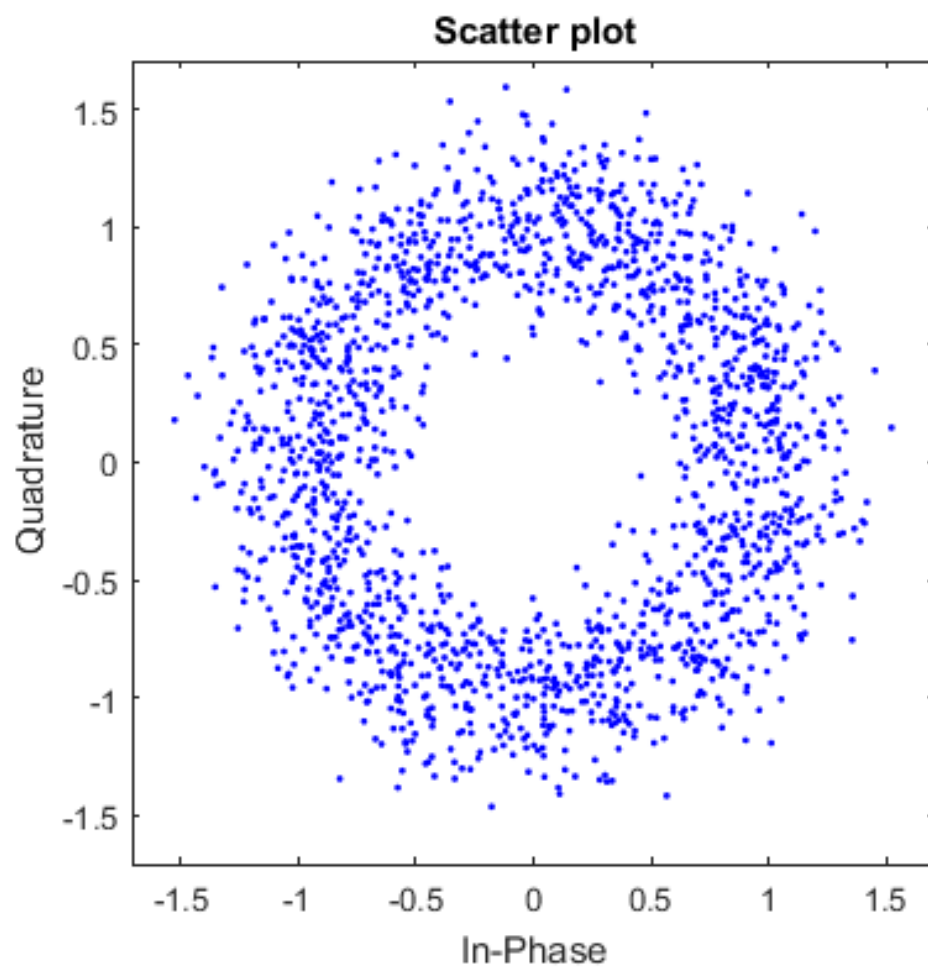


Рис. 19: Зашумленное сигнальное созвездие MSK



Рис. 20: Исходный сигнал

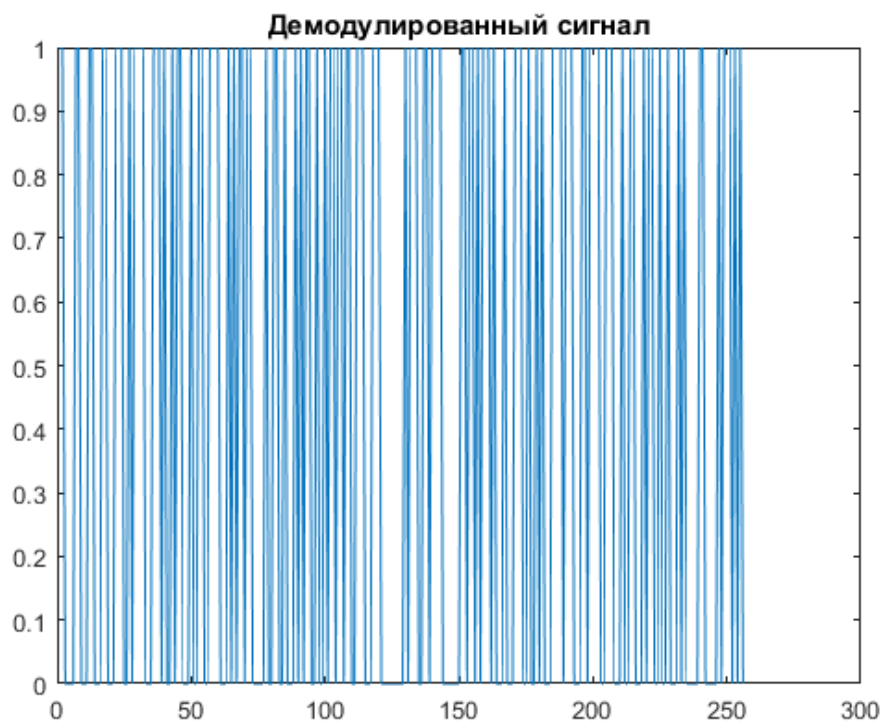


Рис. 21: Демодулированный сигнал

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

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

4.6 FSK

```
%%%%%%%%%%%%%%FSK
m = 2;
nsamp = 8;
freq = 8;
signal = randi([0 m-1], [1 256]);
fs = 32;
```

```

y = fskmod(signal, m, freq, nsamp, fs);
scatterplot(y);

sig_noise = awgn(y, 11); %%Формирование ошибок
scatterplot(sig_noise); %%Сигнальное созвездие

sig_demod = fskdemod(sig_noise, m, freq, nsamp, fs);

[a6, b6] = symerr(signal, sig_demod);
[c6, d6] = biterr(signal, sig_demod);

```

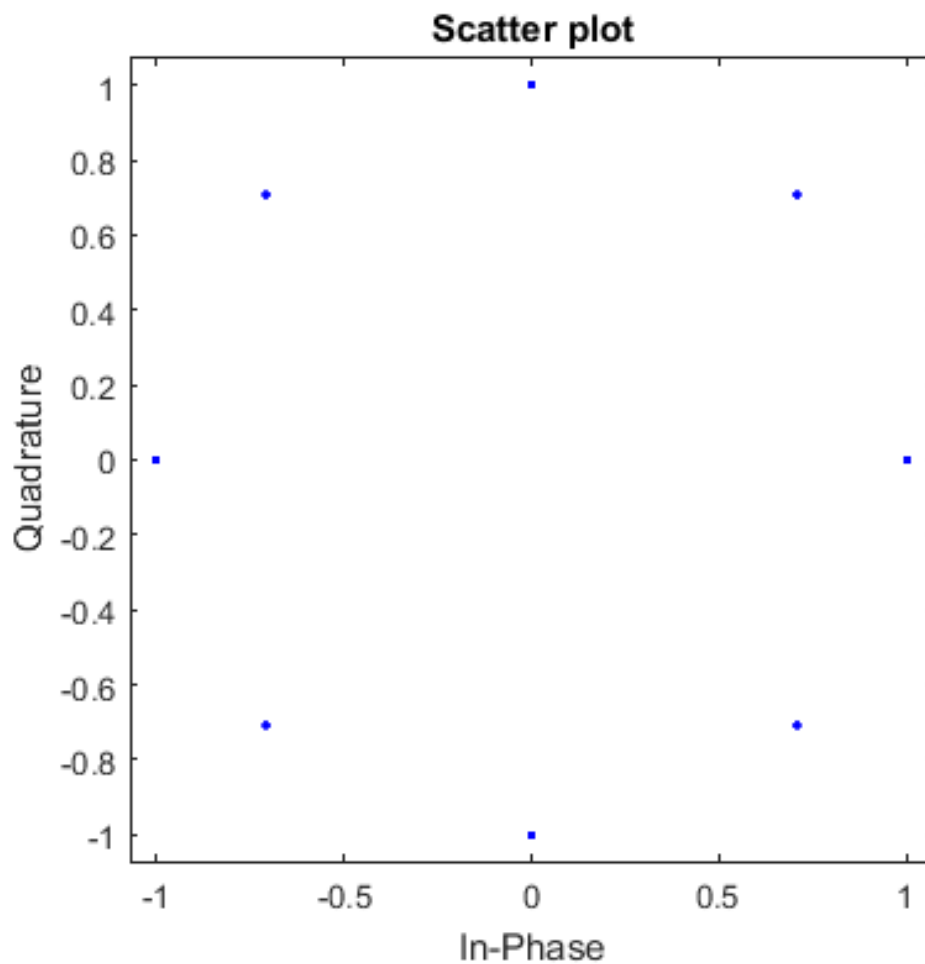


Рис. 22: Сигнальное созвездие FSK

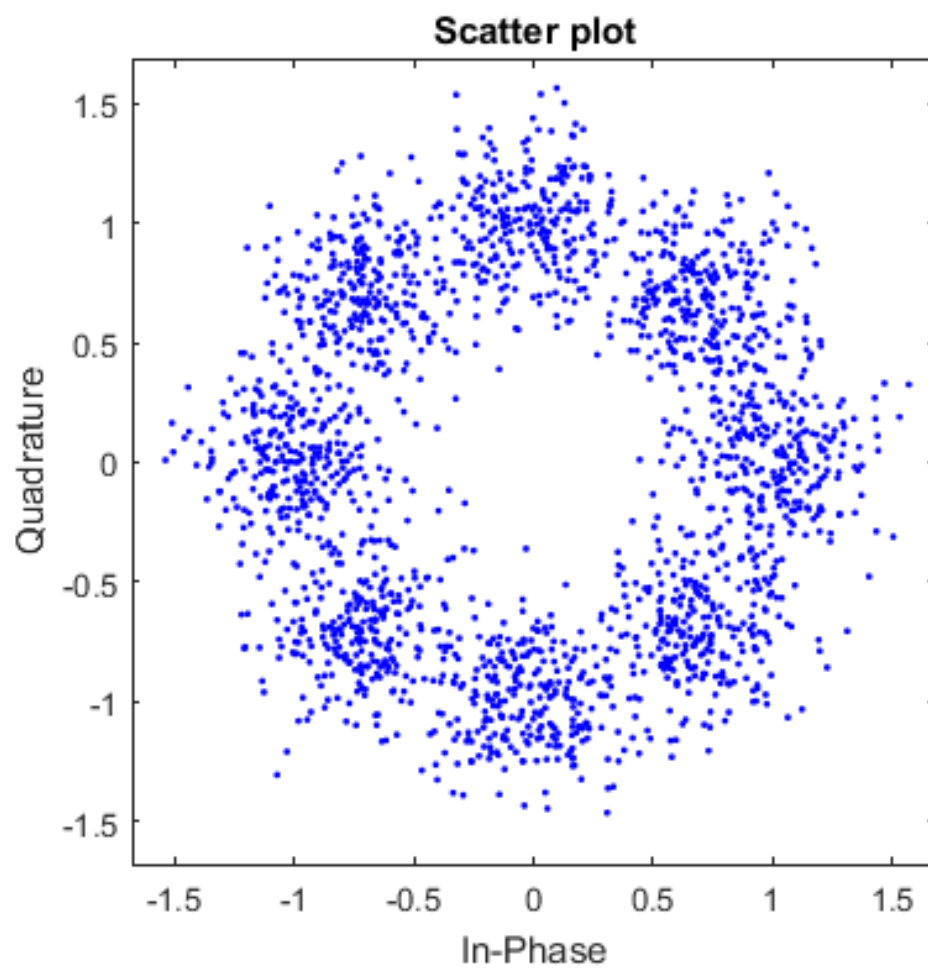


Рис. 23: Зашумленное сигнальное созвездие FSK

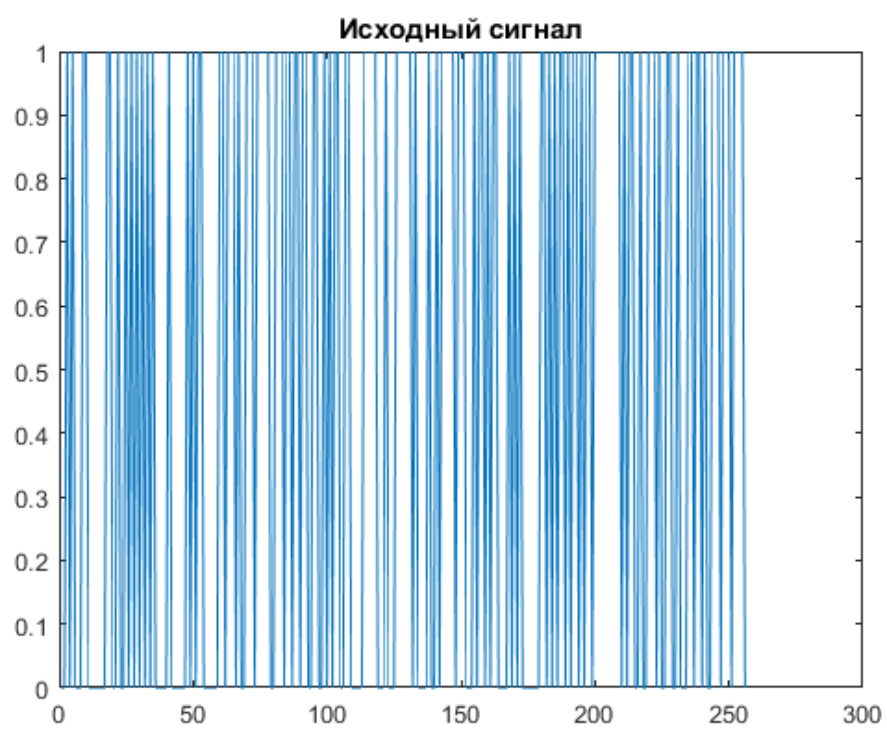


Рис. 24: Исходный сигнал



Рис. 25: Демодулированный сигнал

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

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

5 Выводы

В работе мы изучили разные виды цифровой модуляции - BPSK, PSK, OQPSK, genQAM, MSK и FSK. Выполнена модуляция и демодуляция, получены сигнальные созвездия.