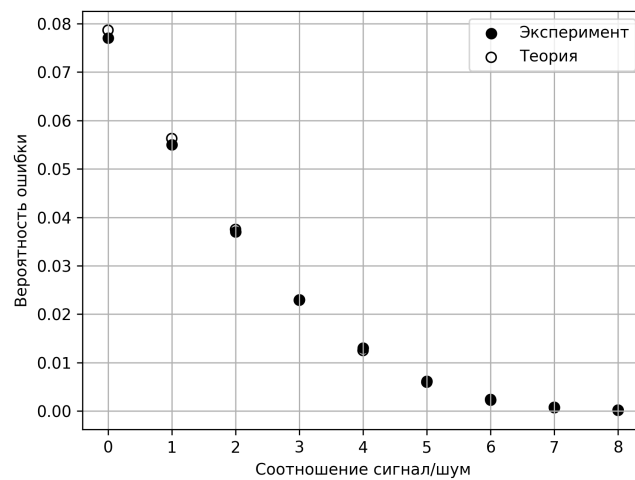


# Отчет о выполнении лабораторной работы 17

## "Демодуляция в шумах"

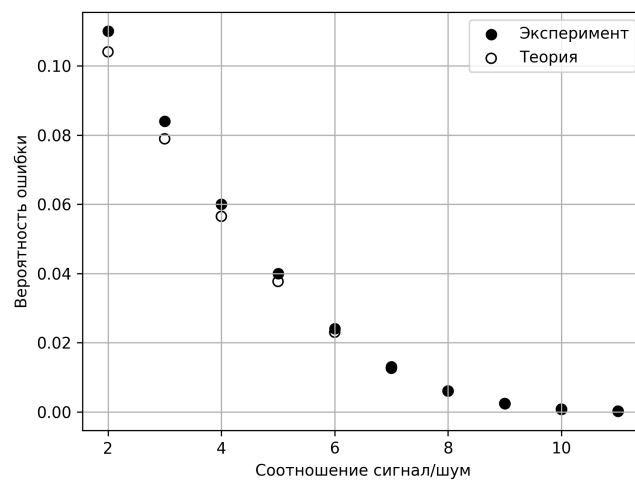
Калашников Михаил, Б03-202

### 1. Канал с двоичной фазовой модуляцией



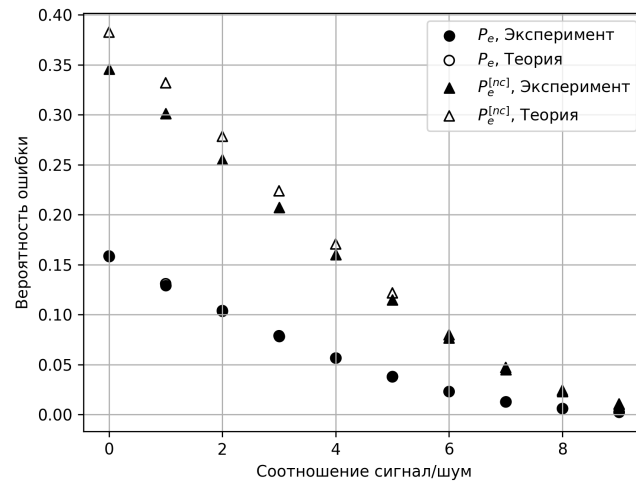
Повернем созвездие на угол  $\frac{\pi}{4}$ . При  $\text{snr} = 6$  dB, получим, что  $P'_e \approx 0.023$ . Как видно из графика, при  $\text{snr} = 3$  dB вероятность ошибки изначального созвездия так же составляет  $P_e \approx 0.023$ .

### 2. Канал с двоичной ортогональной модуляцией

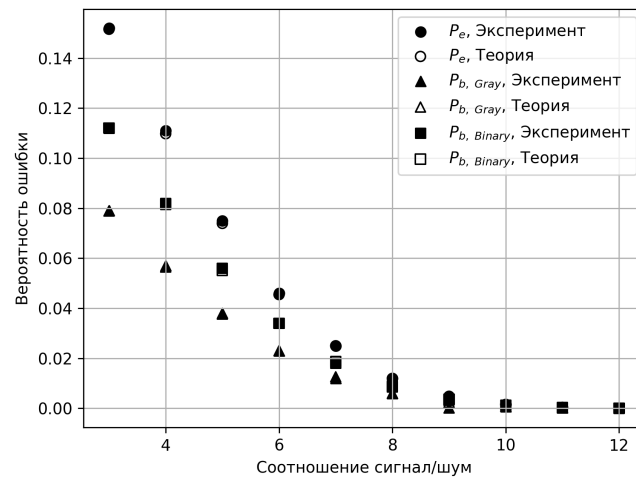


Повернем созвездие на угол  $\frac{\pi}{8}$ . При  $\text{snr} = 6$  dB, получим, что  $P'_e \approx 0.071$ . Это примерно соответствует значению  $\text{snr} \approx 3.5$  dB.

### 3. Канал с двоичной амплитудной модуляцией

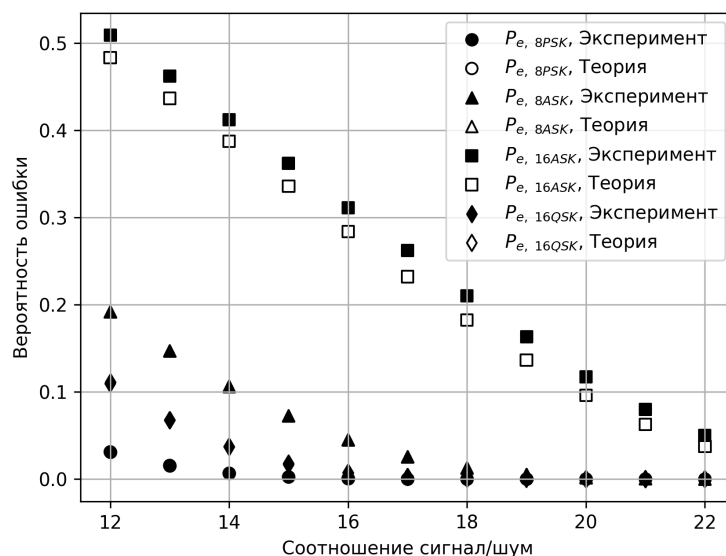


### 4. Канал с квадратурной модуляцией QPSK



Оценим выигрыш в отношении сигнал/шум, который нумерация Грея дает при  $P_b \approx 10^{-3}$ . Для этого установим  $\text{snr} = 10$  dB. При этом вероятность ошибки на бит при Binary-нумерации составит  $P'_b \approx 0.0012$ . Затем перейдем на нумерацию Грея и будем постепенно снижать отношение сигнал/шум. При  $\text{snr} = 9.6$  dB получим ту же самую вероятность ошибки.

## 5. Каналы с М-ичной модуляцией



Выясним насколько нужно увеличить snr, чтобы сохранить уровень  $P_e \approx 10^{-4}$  при переходе от 8ASK к 16ASK. Получим, что  $P_e, 8ASK \approx 10^{-4}$  при snr = 22 dB, а  $P_e, 16ASK \approx 10^{-4}$  при snr  $\approx$  28 dB. Аналогично, 16ASK проигрывает 16QAM по snr примерно на 9 dB. А при переходе от 16QAM к 32QAM для сохранения уровня  $P_e \approx 10^{-4}$  необходимо увеличить snr на 3.

## 6. Линейная модуляция с прямоугольным импульсом

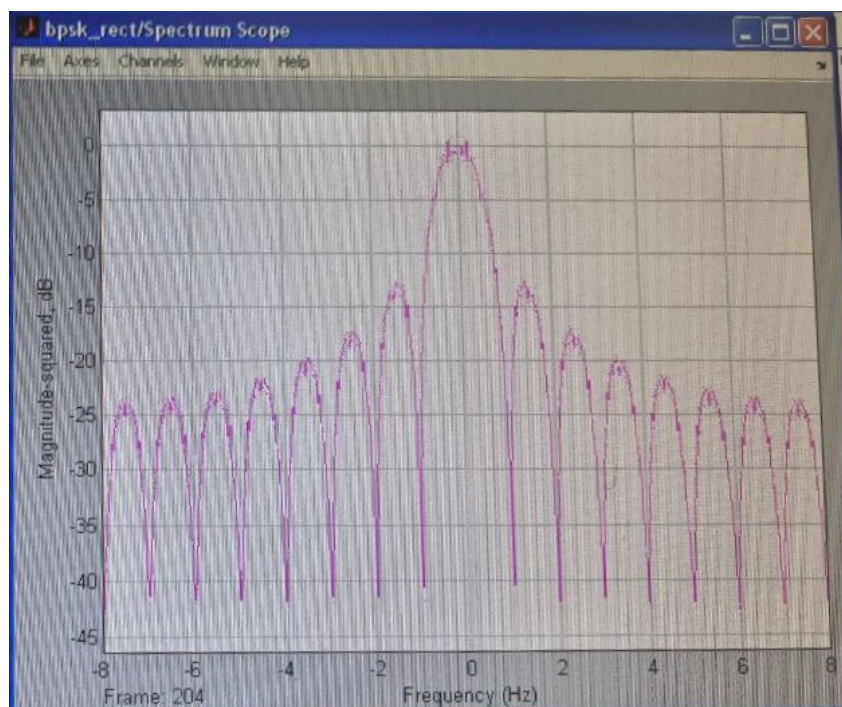
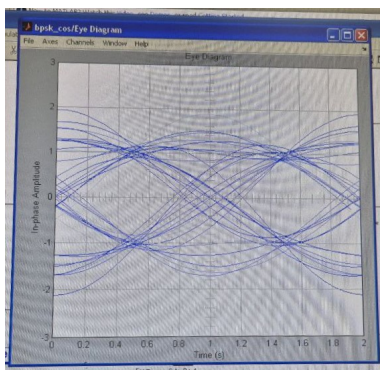
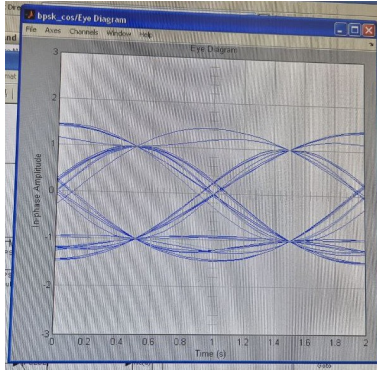


Рис. 1: Спектр мощности сигнала (snr = 30 dB)

## 7. Корень из приподнятого косинуса



(a)  $m = 0.1$

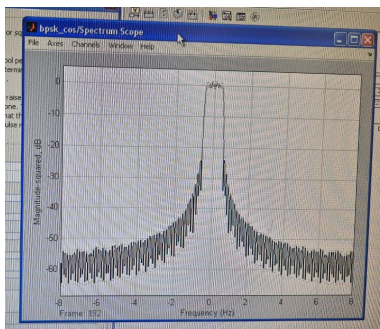


(b)  $m = 0.5$

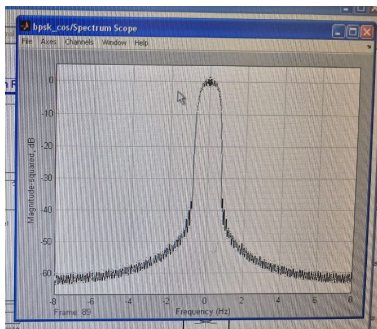


(c)  $m = 0.9$

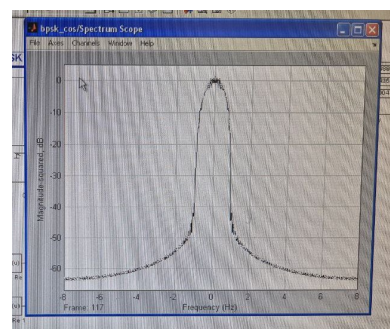
Рис. 2: Глазковая диаграмма при различных значениях  $m$



(a)  $m = 0.1$



(b)  $m = 0.5$



(c)  $m = 0.9$

Рис. 3: Спектр мощности при различных значениях  $m$

## 8. Двоичная частотная модуляция

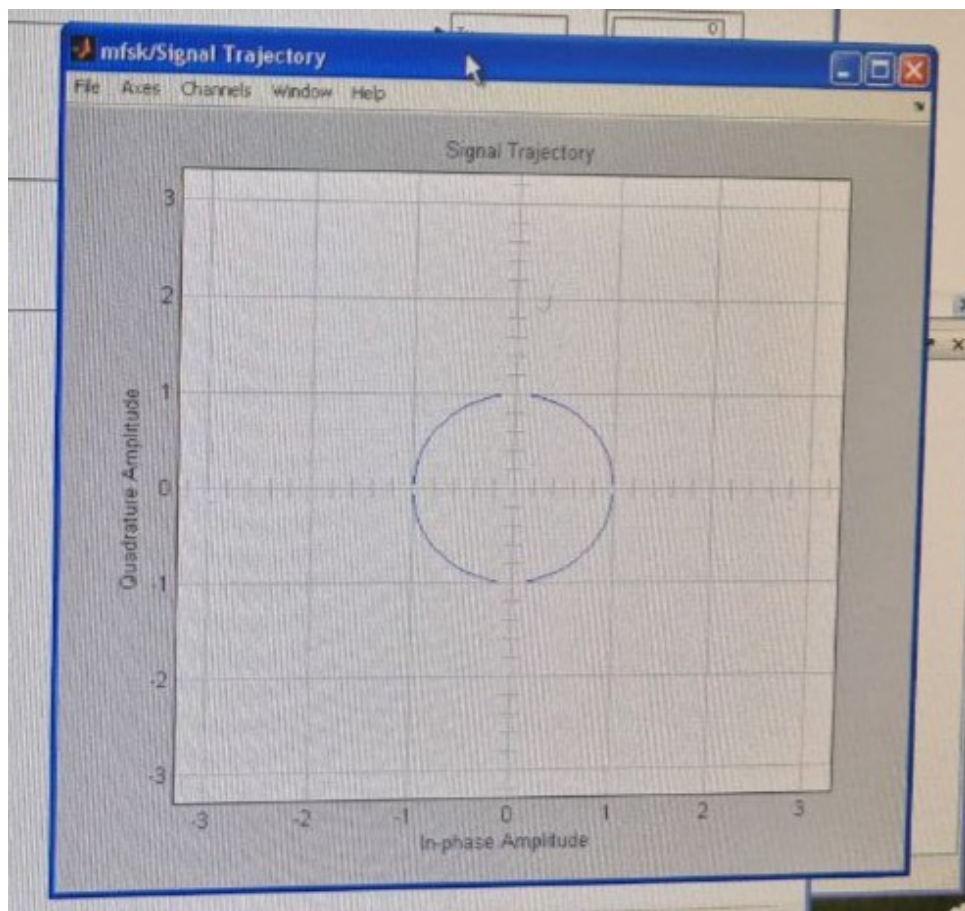
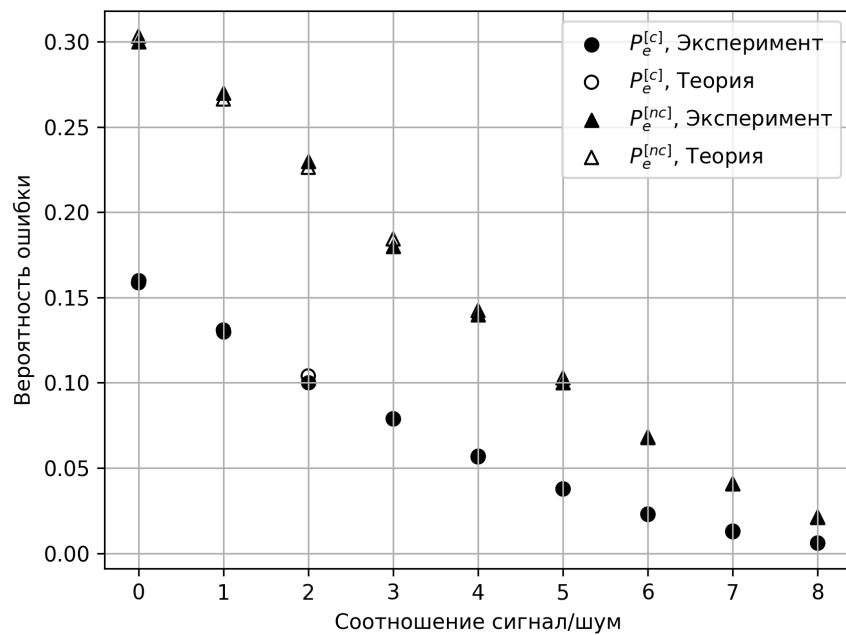
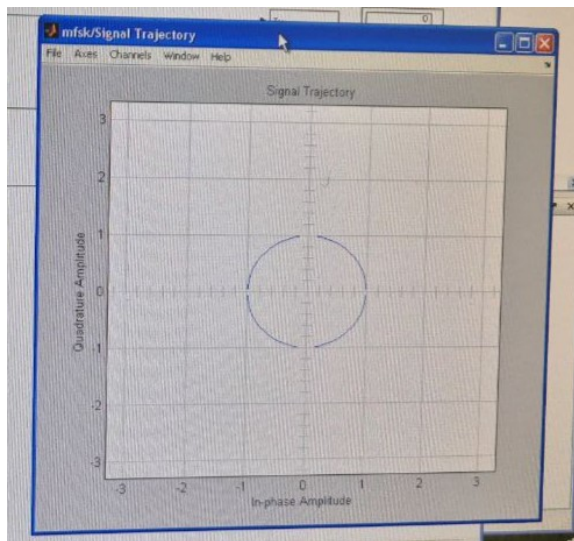


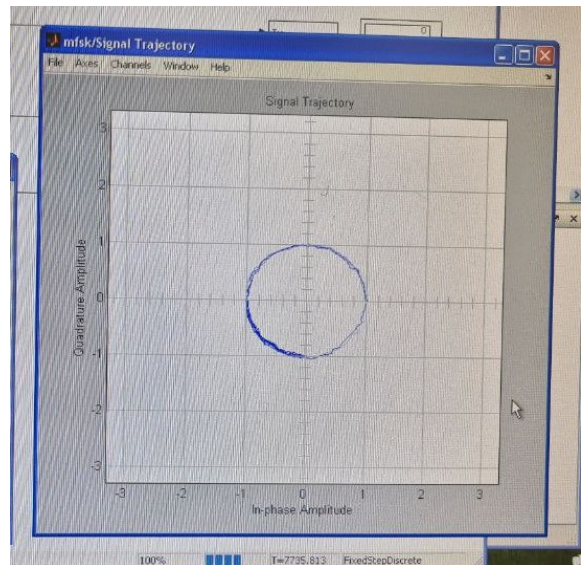
Рис. 4: Спектр мощности сигнала в отсутствии шума ( $\text{snr} = 100 \text{ dB}$ )



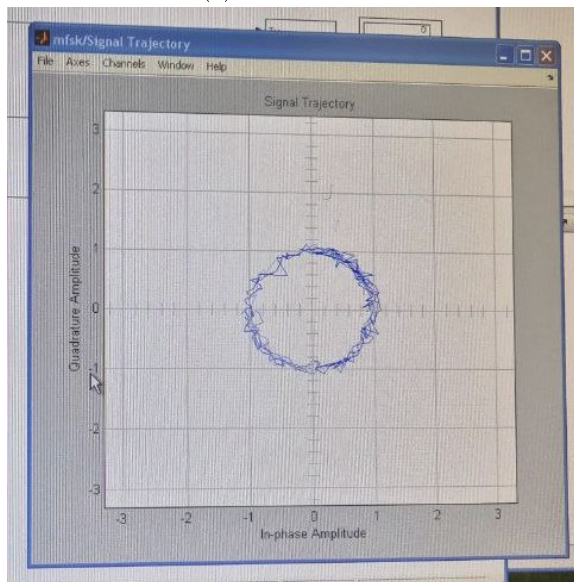
## 9. Модуляция с минимальным частотным сдвигом



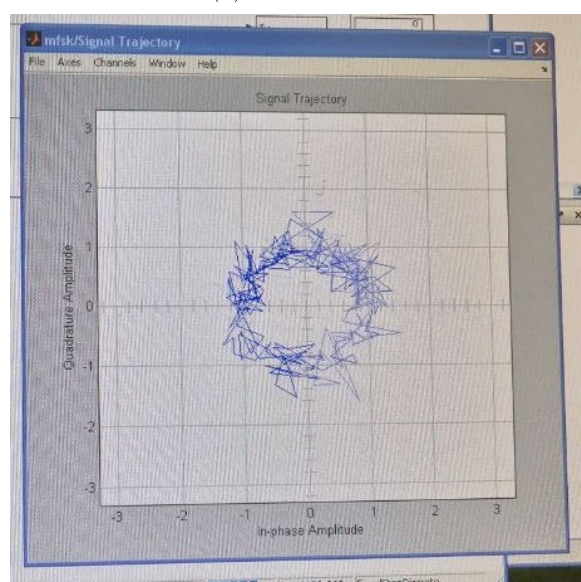
(a)  $\text{snr} = 100 \text{ dB}$



(b)  $\text{snr} = 30 \text{ dB}$



(c)  $\text{snr} = 20 \text{ dB}$



(d)  $\text{snr} = 10 \text{ dB}$

Рис. 5: Траектория движения сигнальной точки при различных соотношениях сигнал/шум

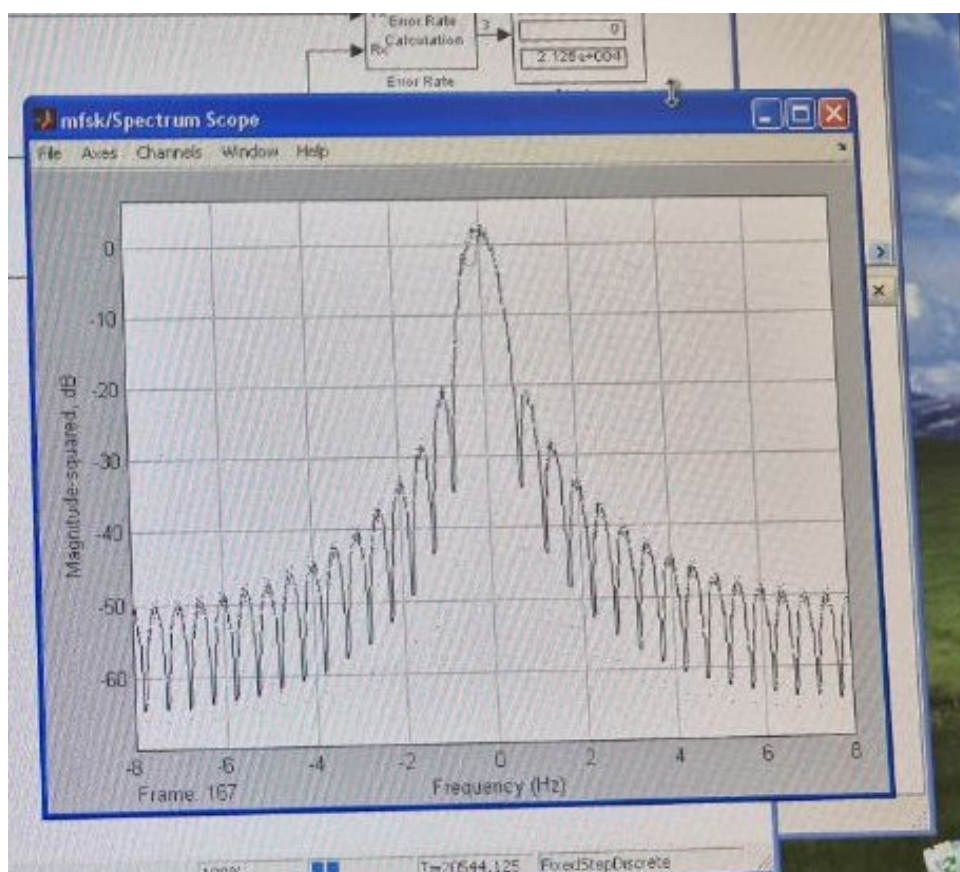
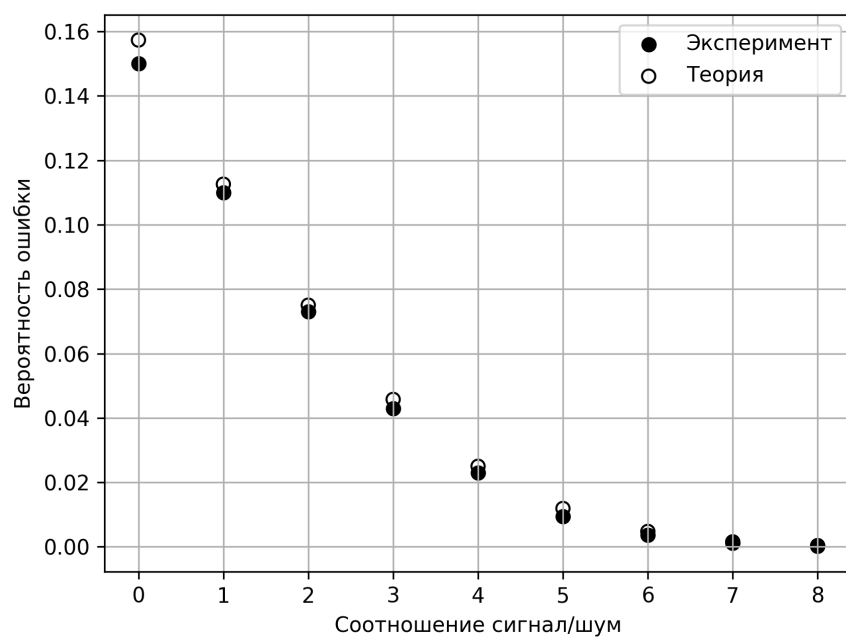


Рис. 6: Спектр мощности сигнала в отсутствии шума ( $\text{snr} = 100 \text{ dB}$ )