

7. Спектральное оценивание при помощи периодограммного метода

Андрей Валиков

1 Формирование последовательности

$$f = \sin(\omega_1 T t) + \cos(\omega_2 T t)$$

```
N = 2 ** 11
```

```
teta = np.arange(0, N, 1)
```

```
T = .02
```

```
w1 = 81
```

```
w2 = 14
```

```
b = 5
```

```
f = np.sin(w1 * T * teta) + np.cos(w2 * T * teta)
```

```
r1 = b * np.random.rand(N)
```

```
r = r1 - np.mean(r1)
```

```
x = f + r;
```

```
plt.plot(teta, f)
```

```
plt.show()
```

```
plt.plot(teta, r)
```

```
plt.show()
```

```
plt.plot(teta, x)
```

```
plt.show()
```

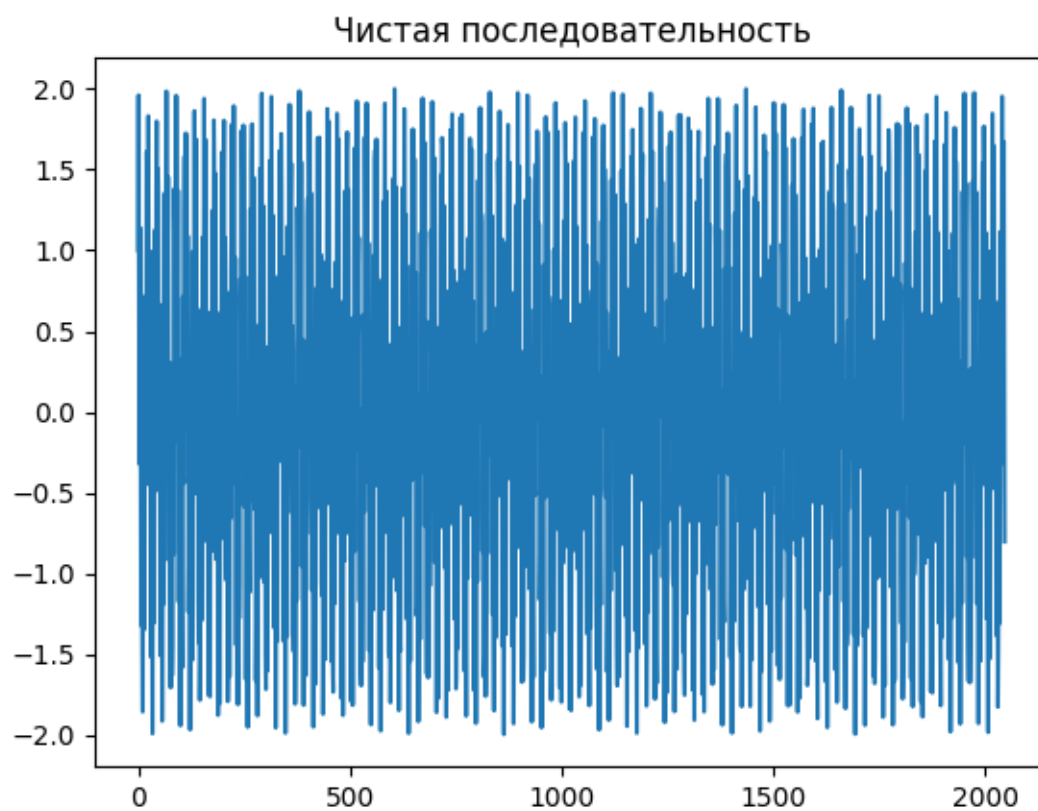


Рис. 1:

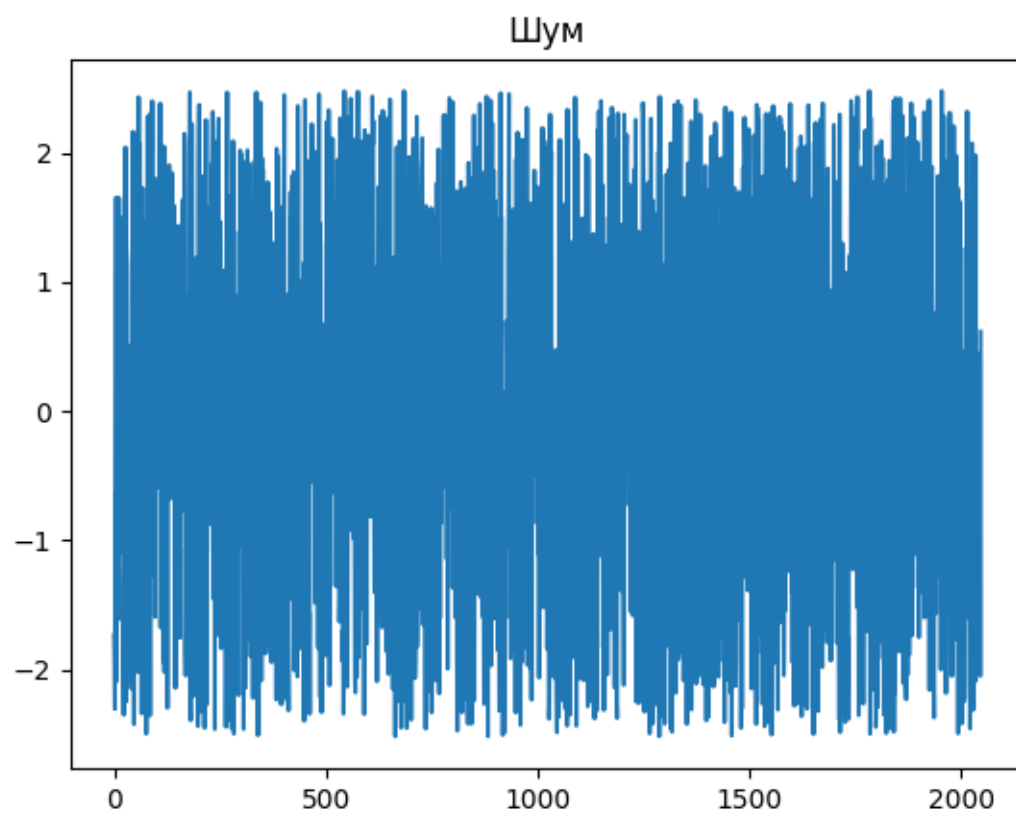


Рис. 2:

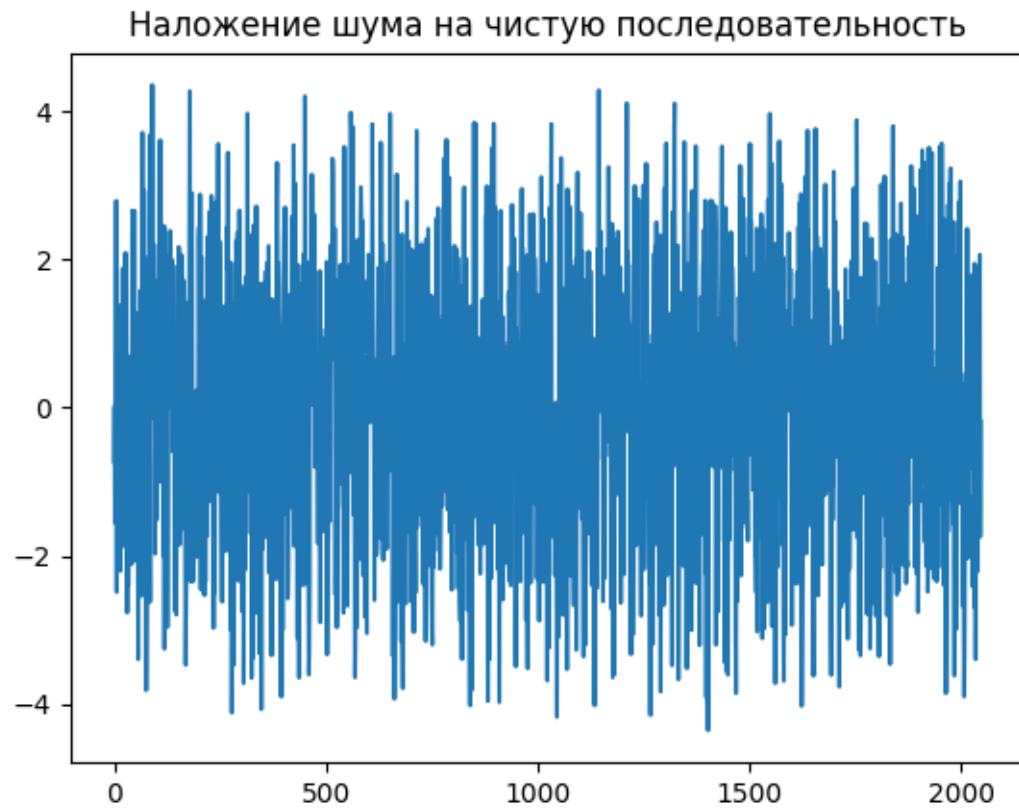


Рис. 3:

2 Разбиение последовательности на сегменты

```
D = .5
L = int(N / 2)
V = int((N - D * L) / (L - D * L))
print(V)
```

```
teta1 = np.arange(0, L, 1)
x1 = np.zeros((V, L))
```

```
for i in range(L):
    x1[0, i] = x[i]
    x1[1, i] = x[i + 64]
    x1[2, i] = x[i + 128]
```

```
plt.plot(teta, x)
plt.show()
```

```
plt.plot(teta1, x1[0, :])
plt.show()
```

```
plt.plot(teta1, x1[1, :])
plt.show()
```

```
plt.plot(teta1, x1[2, :])
plt.show()
```

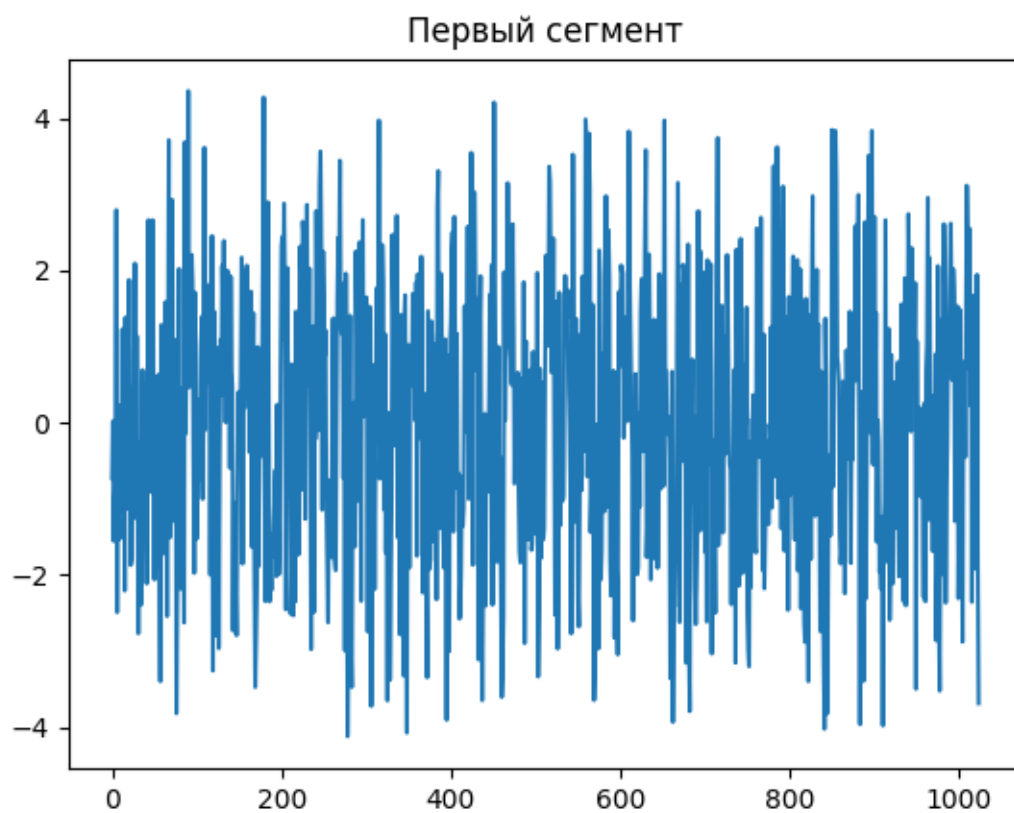


Рис. 4:

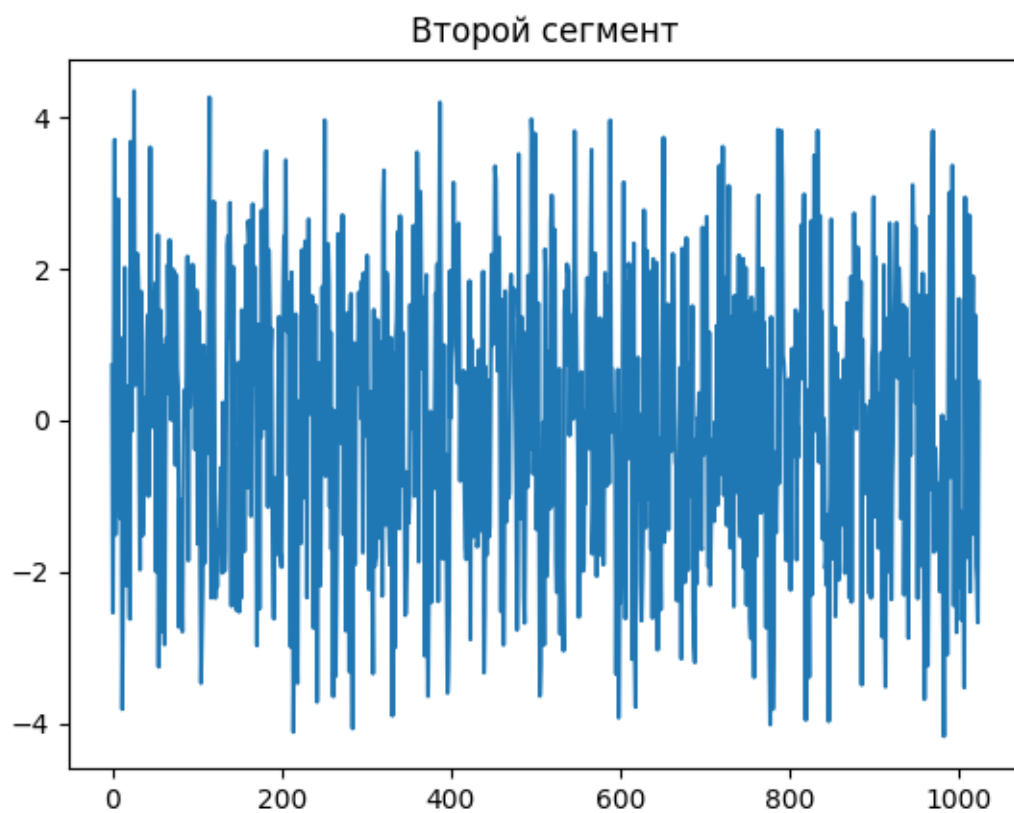


Рис. 5:

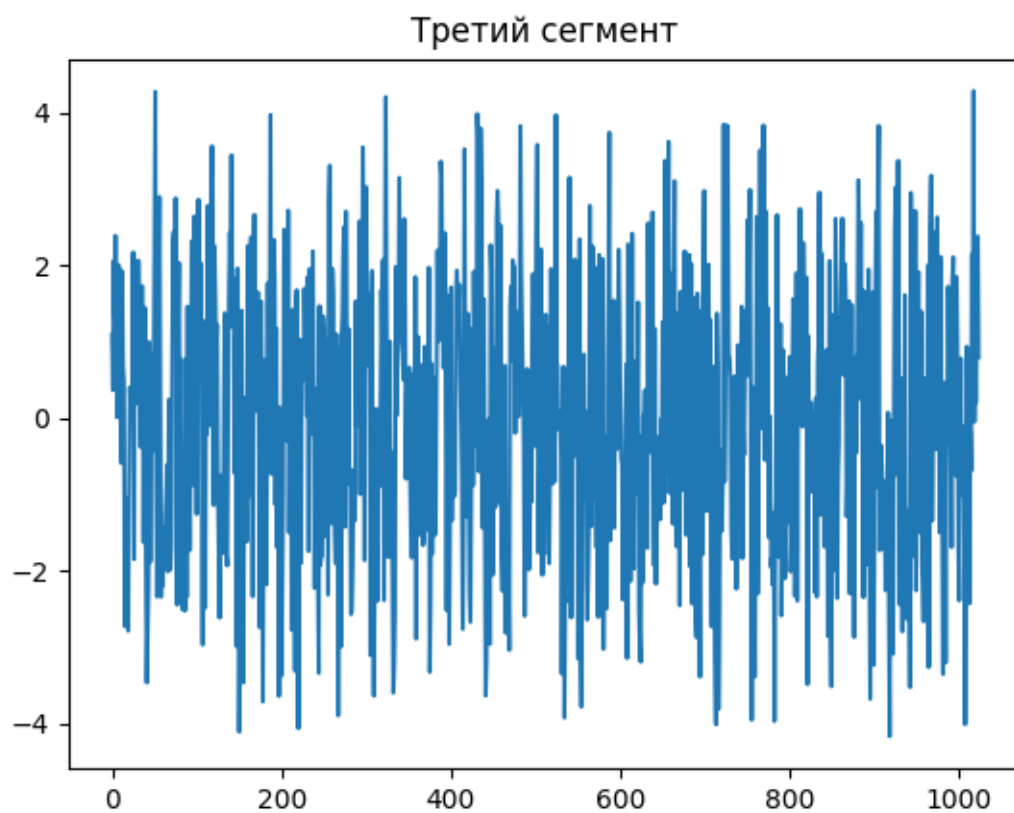


Рис. 6:

3 Нахождение спектральных характеристик и периодограмм

```
w = np.zeros(L)
for i in range(L):
    if 0 <= teta[i] <= (L - 1) / 2:
        w[i] = 2 * teta[i] / (L - 1)

    else:
        w[i] = 2 - (2 * teta[i]) / (L - 1)

plt.plot(teta1, w);
plt.show()
```

```
y = np.zeros((V, L))
for i in range(V):
    for j in range(L):
        y[i, j] = x1[i, j] * w[j]
```

```
S = np.zeros((V, L))

for i in range(V):
    S[i, :] = np.fft.fft(y[i, :])
```

```
plt.plot(teta1, S[0, :])
plt.show()
```

```
plt.plot(teta1, S[1, :])
plt.show()
```

```
plt.plot(teta1, S[2, :])
plt.show()
```

```
P = np.zeros((V, L))
for i in range(V):
    for j in range(L):
```

```

P[i, j] = (1 / N) * S[i, j] ** 2;

plt.plot(teta1, P[0, :])
plt.show()

plt.plot(teta1, P[1, :])
plt.show()

plt.plot(teta1, P[2, :])
plt.show()

```

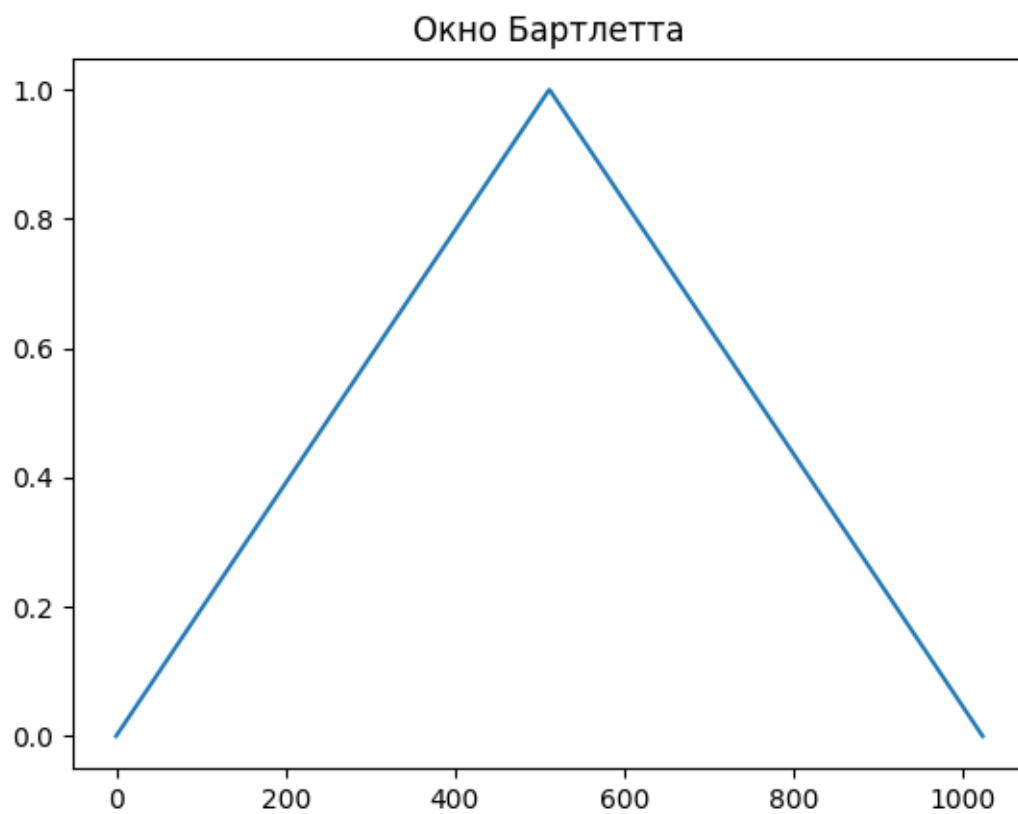


Рис. 7:



Рис. 8:

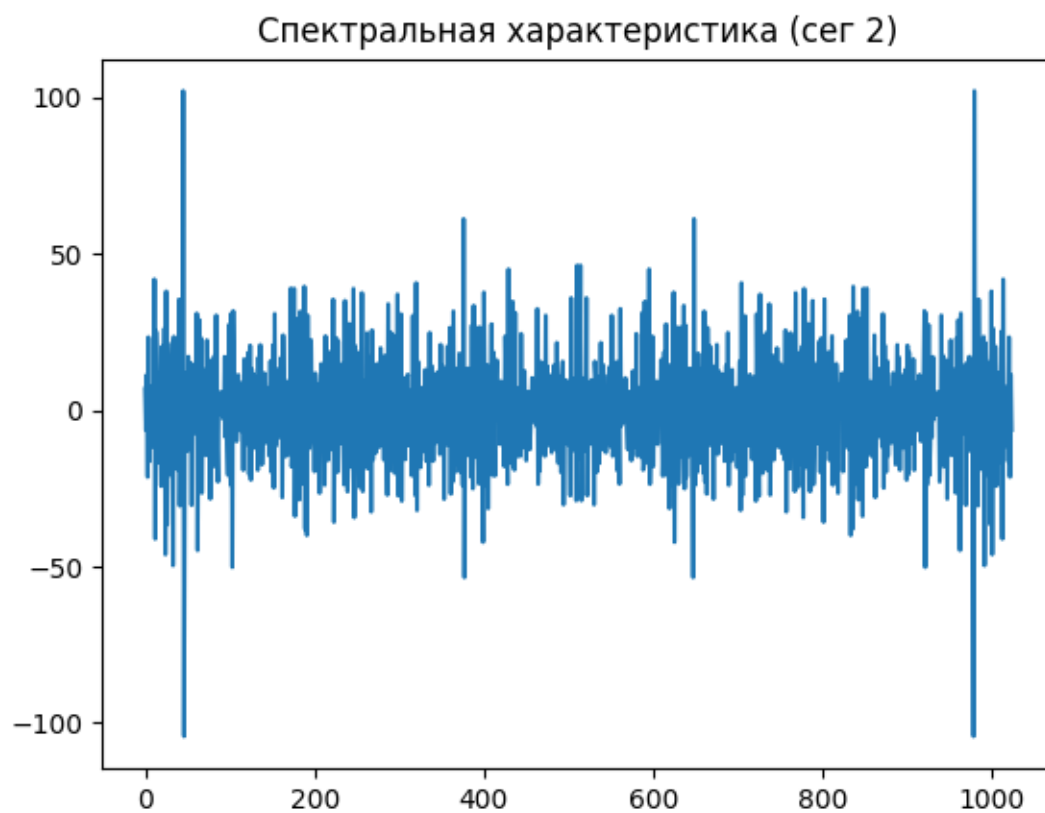


Рис. 9:

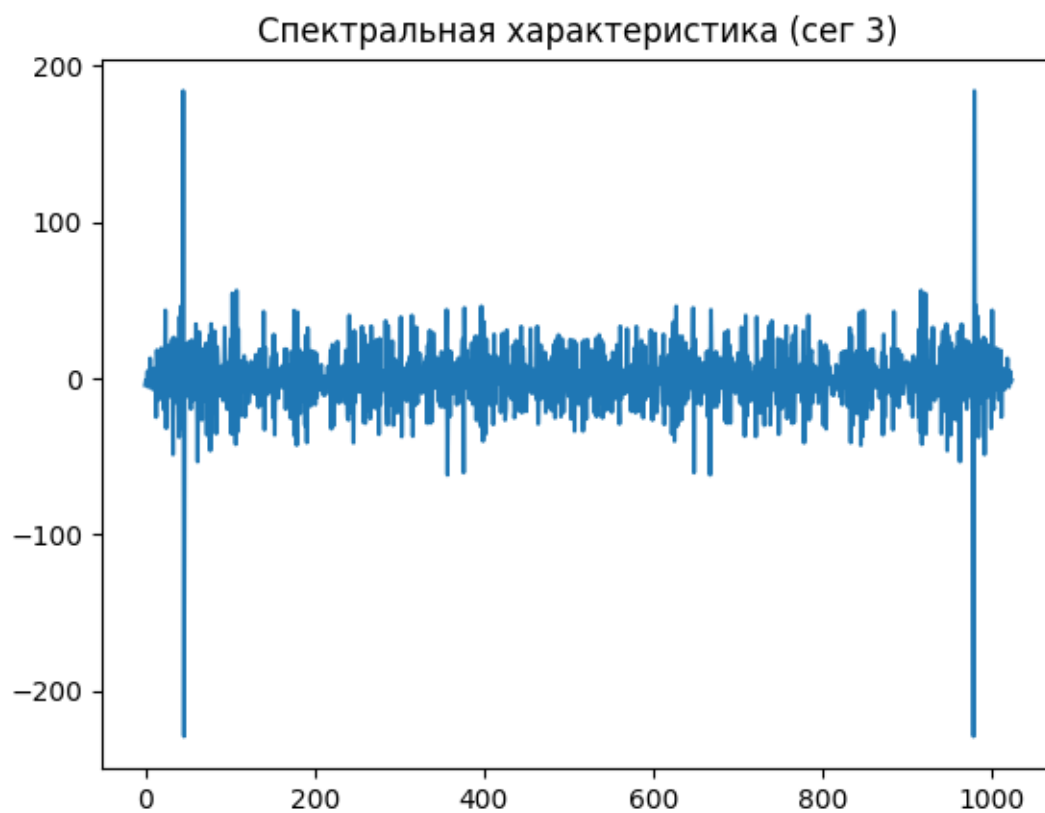


Рис. 10:

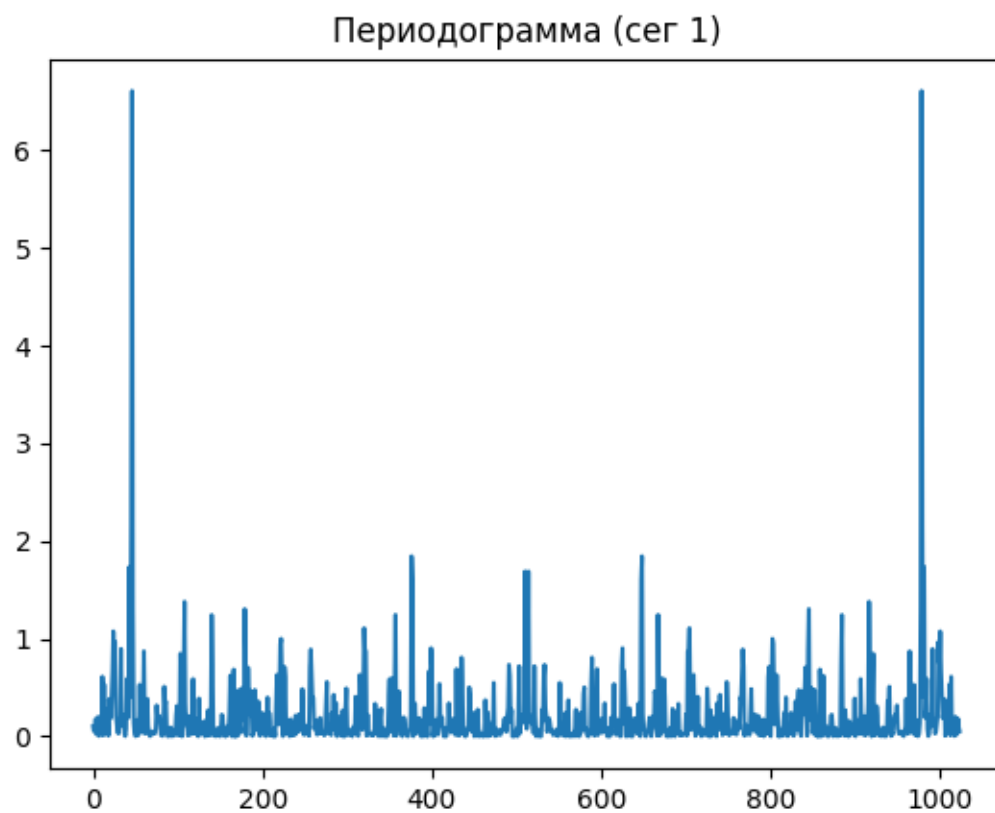


Рис. 11:

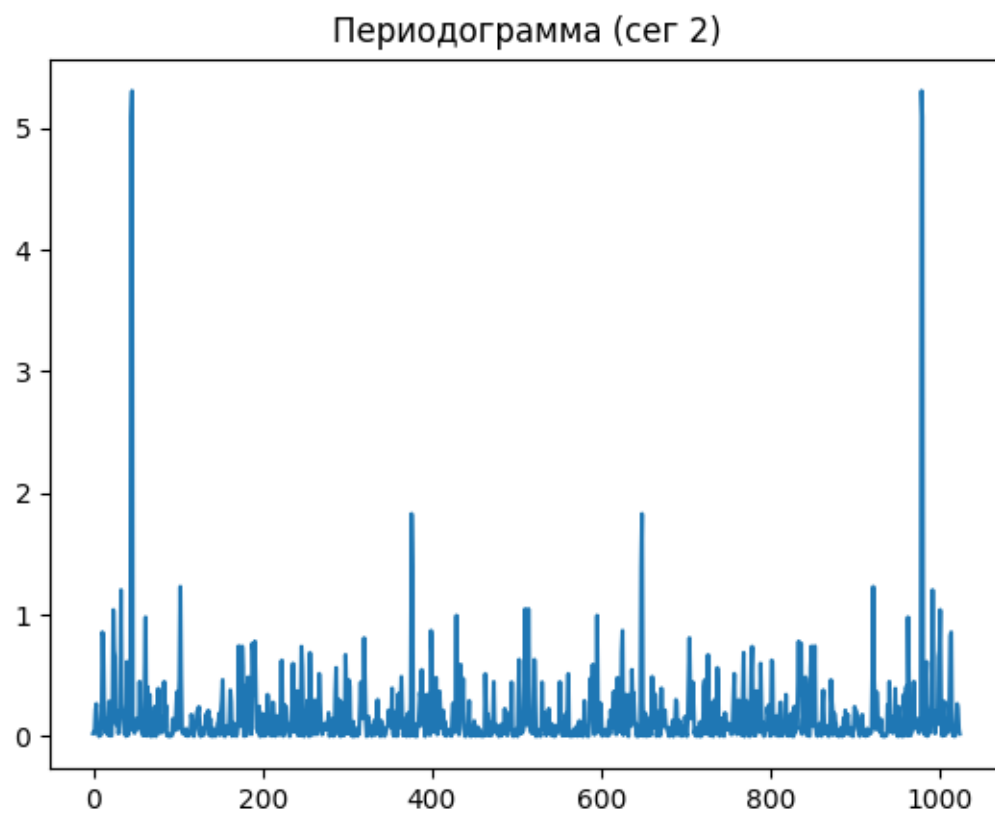


Рис. 12:

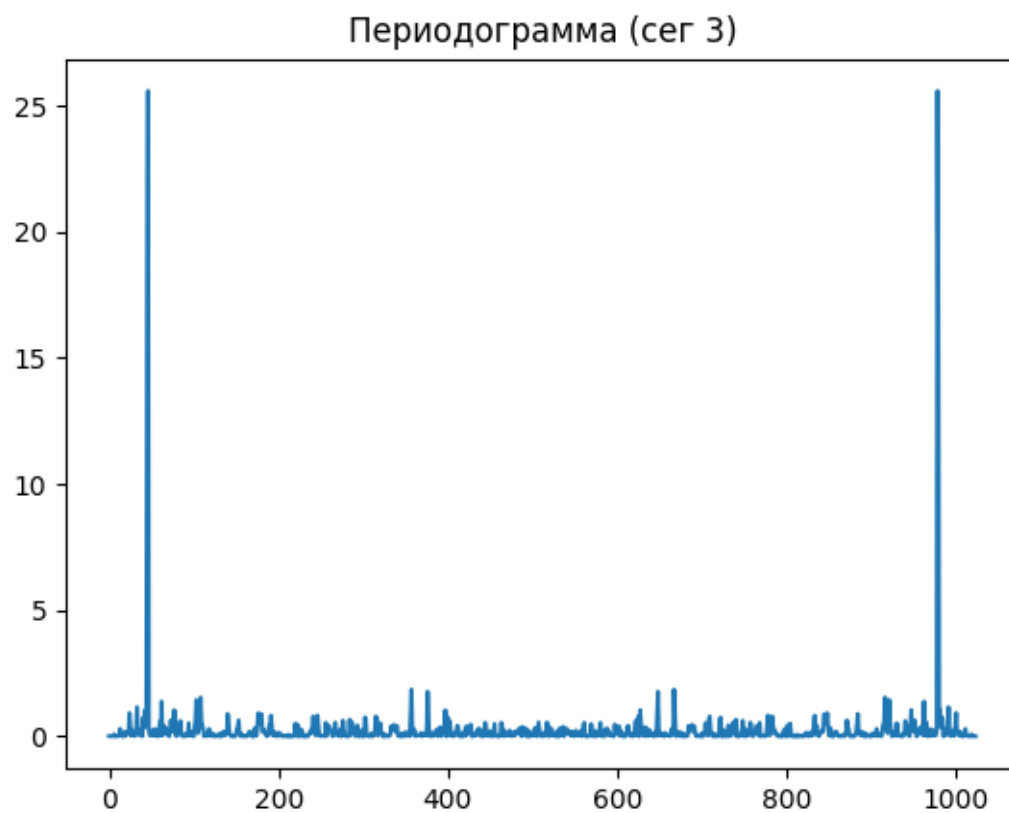


Рис. 13:

4 Получение оценки спектральной мощности для каждого сегмента

```
def Search(S, T, number):  
    ix = S > number  
    mask(2:length(ix) + 1) = ix  
    nd = find(mask)  
  
    k1 = np.ceil(abs(S(nd[0])))  
    k2 = np.ceil(abs(S(nd[1])))  
  
    w1 = np.pi * k1 / (512 * T)  
    w2 = np.pi * k2 / (512 * T)  
    ww = [w1 w2]  
    return ww  
  
ww1 = Search(S[0, :], T, 200)  
ww2 = Search(S[1, :], T, 95)  
ww3 = Search(S[2, :], T, 200)  
  
print(ww1)  
print(ww2)  
print(ww3)  
  
     $\omega_1 = 38.96$   $\omega_2 = 29.14$   
     $\omega_1 = 81.6$   $\omega_2 = 6.13$   
     $\omega_1 = 40.8$   $\omega_2 = 33.75$ 
```

5 Вывод

Изучен периодограммный метод оценивания спектральной плотности. Получена тестовая последовательность дискретных значений с наложенным на неё случайным процессом. Последовательность была разбита на 3 сегмента. Количество сегментов было получено по заданной формуле. Далее была выбрана оконная функция Барлетта и найдена спектральная характеристика и периодограммы для каждого сегмента. В результате работы программы были получены следующие угловые частоты:

Для первого сегмента:

$$\omega_1 = 38.96 \quad \omega_2 = 29.14$$

Для второго сегмента:

$$\omega_1 = 81.6 \quad \omega_2 = 6.13$$

Для третьего сегмента:

$$\omega_1 = 40.8 \quad \omega_2 = 33.75$$