

1) Цель работы

- Построить сигнальное созвездие по сигнальному множеству
- Разбить сигнальное пространство на решающие области

Вариант III.9

Квадратурная амплитудная модуляция:

$f_0 = 1800$ Гц — несущая частота

$V_m = 2400$ Бод — модуляционная скорость

$V_i = 12000$ бит/с — информационная скорость

$q = 32$ – количество сигналов

2) Проверка ортонормированности функций базиса

$$\varphi_1 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{T}} \cos(2\pi f_0 t), & 0 < t < T \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, \text{ где } f_0 = \frac{l}{T}; \quad l \in \mathbb{Z}$$
$$\varphi_2 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{T}} \sin(2\pi f_0 t), & 0 < t < T \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

2,1)

$$(\varphi_1, \varphi_1) = \int_0^T \frac{2}{T} \cdot \cos^2(2\pi f_0 t) dt = \int_0^T \frac{4\pi f_0 t + \sin(4\pi f_0 t)}{4\pi f_0 t} dt = \frac{4\pi f_0 T + \sin(4\pi f_0 T)}{4\pi f_0 T} = \frac{4\pi l + \sin(4\pi l)}{4\pi l}$$
$$\sin(4\pi l) = 0 \text{ при } l \in \mathbb{Z} \Rightarrow \frac{4\pi l + \sin(4\pi l)}{4\pi l} = \frac{4\pi l}{4\pi l} = 1$$

2,2)

$$(\varphi_1, \varphi_2) = \int_0^T \frac{2}{T} \cdot \cos(2\pi f_0 t) \cdot \sin(2\pi f_0 t) dt = \int_0^T \frac{\sin(4\pi f_0 t)}{T} dt = \frac{1 - \cos(4\pi f_0 T)}{4\pi f_0 T} = \frac{\sin^2(2\pi l)}{2\pi l} = 0$$

2,3)

$$(\varphi_2, \varphi_2) = \int_0^T \frac{2}{T} \cdot \sin^2(2\pi f_0 t) dt = \int_0^T \frac{4\pi f_0 t - \sin(4\pi f_0 t)}{4\pi f_0 t} dt = \frac{4\pi l - \sin(4\pi l)}{4\pi l} = \frac{4\pi l}{4\pi l} = 1$$

Исходя из этого, можно утверждать, что выбранный базис **ортонормированный**.

3) Графики

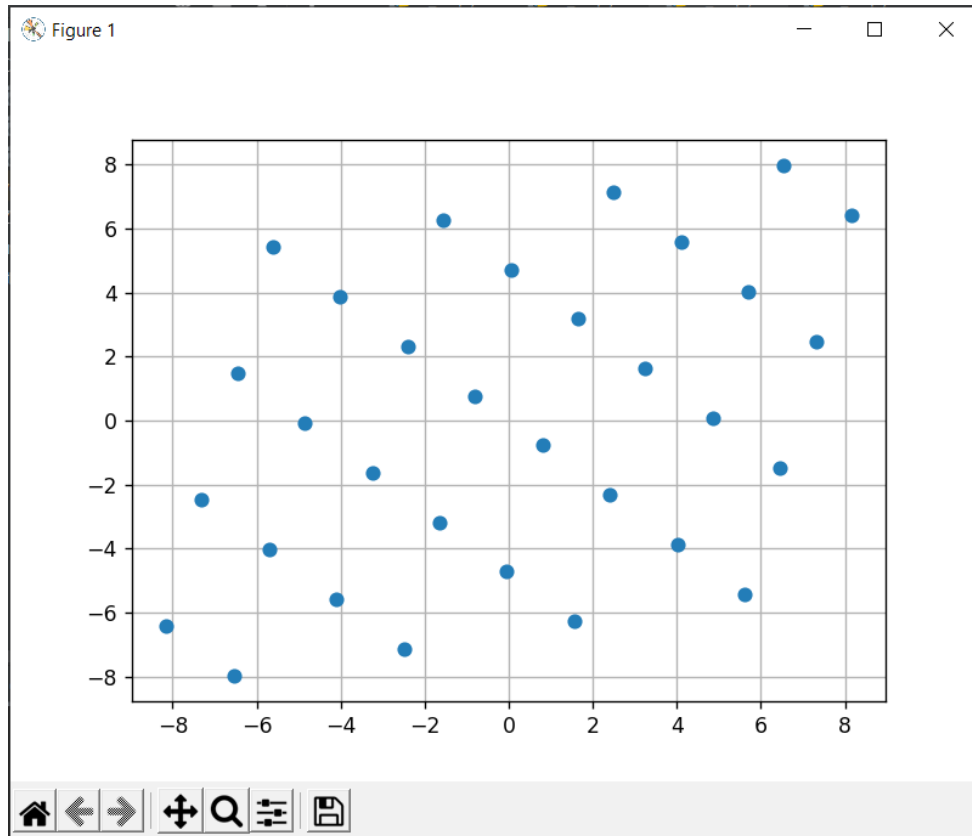


Рис. 1 — Сигнальное созвездие

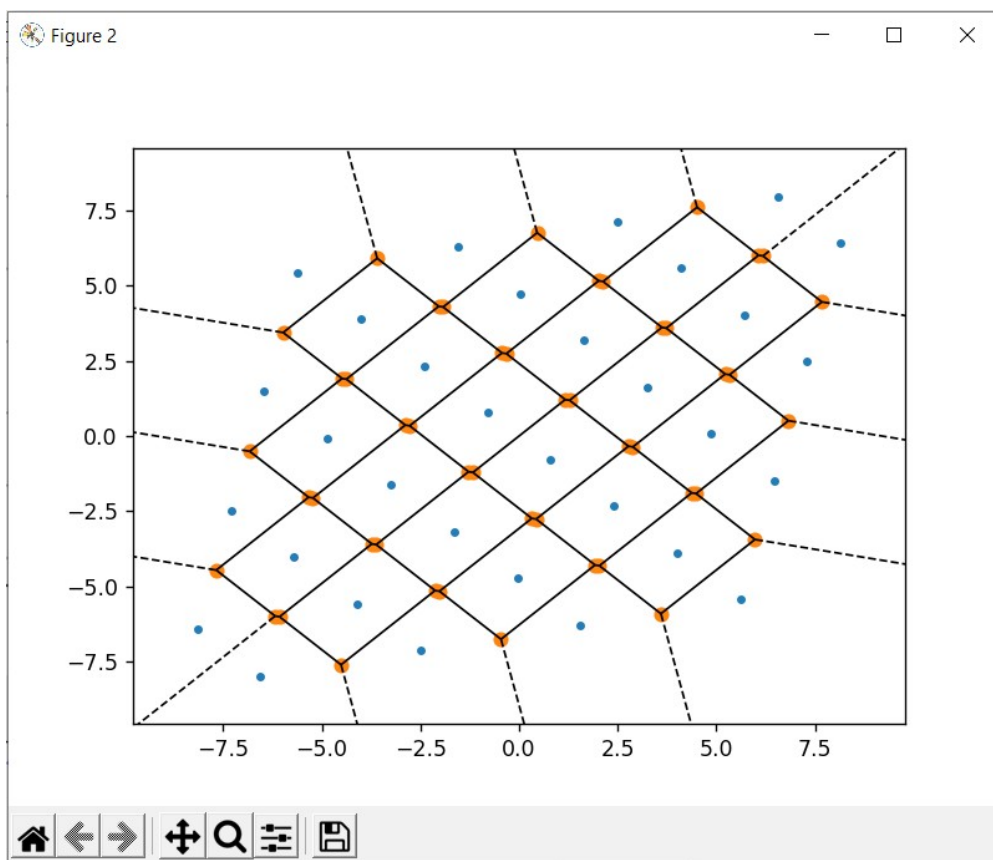


Рис. 2 — Разбиение сигнального пространства на решающие области

Как можно заметить, сигнальное созвездие отличается от ожидаемого, что происходит из-за некратности несущей частоты и модуляционной скорости

4) Вывод

В ходе лабораторной работы было

- Проверена ортонормированность выбранного базиса
- Проведено разложение сигнального множества на сигнальное пространство
- Построено разбиение сигнального пространства на решающие области и отобра

Листинг исходного кода на языке *Python*

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import scipy

import O_L1 as L1

def getBaseSij(x, s, dt, T, f0):
    sij = []
    for si in s:
        s1 = 0
        s2 = 0
        for i in range(0, len(si)):
            s1 += si[i] * (np.sqrt(2 / T) * np.cos(2 * np.pi * f0 * x[i]))
            s2 += si[i] * (np.sqrt(2 / T) * np.sin(2 * np.pi * f0 * x[i]))
        s1 *= dt
        s2 *= dt
        sij.append([s1, s2])

    return sij

def QAM_L3(f0, Vmod, Vinf):
    T = 1 / Vmod
    q = pow(2, Vinf / Vmod)
    s1, s2, A = L1.getSs(q)

    dt = 1 / (f0 * 100)
    x, s = L1.getSi(f0, T, dt, s1, s2)

    sij = getBaseSij(x, s, dt, T, f0)
    L1.drawArrays([i[0] for i in sij], [i[1] for i in sij], lineType='o')

    vor = scipy.spatial.Voronoi(sij)
    fig = scipy.spatial.voronoi_plot_2d(vor)
    plt.show()

if __name__ == "__main__":
    QAM_L3(1800, 2400, 12000)
```