1. Цель работы

Исследовать геометрическое представление сигналов. Построить множество сигнальных точек и разбить сигнальное пространство на решающие области.

Вариант задания: ЧМ, 1.

f_0 = 980 Гц, f_1 = 1180 Гц

V_m = 300 Бод, V_{inf} = 300 бит/с

2. Выбор базисных функций

Для сигналов частотной модуляции базисными функциями будут следующие функции:

Пусть , где l_j – любые целые числа, j=1, 2,…, D.

Тогда данная функция образуют базис размерности D

Выберем частоты f_j равными частотам сигналов ЧМ.

3. Проверка условия для базисных функций

Проверим для выбранного множества базисных функций выполнение условия ортонормированности. { }, j = 1, 2, … , D− множество ортонормированных функций, определенных в интервале [0, T], т.е. таких, для которых выполняется условие :

Где − символ Кронекера.

Применим условие для наших базисных функций:

Результаты вычисления в MathLab:

4. Построение множества сигнальных точек

Для вычисления координат сигнальных точек можно представить сигнал s (t) в виде линейной комбинации D базисных функций следующим образом:

Где – вещественные коэффициенты разложения, вычисляемые по формуле:

Благодаря выражениям (4.1) и (4.2) каждому сигналу из множества можно сопоставить вектор вещественных коэффициентов разложения = (,…) , где каждый вектор можно рассматривать как набор координат точки в D-мерном евклидовом пространстве. Поэтому можно сказать, что множество векторов { } задает множество q сигнальных точек в сигнальном пространстве, или сигнальное созвездие.

Для сигналов ЧМ с D= 2 сигнальное созвездие выглядит следующим образом:

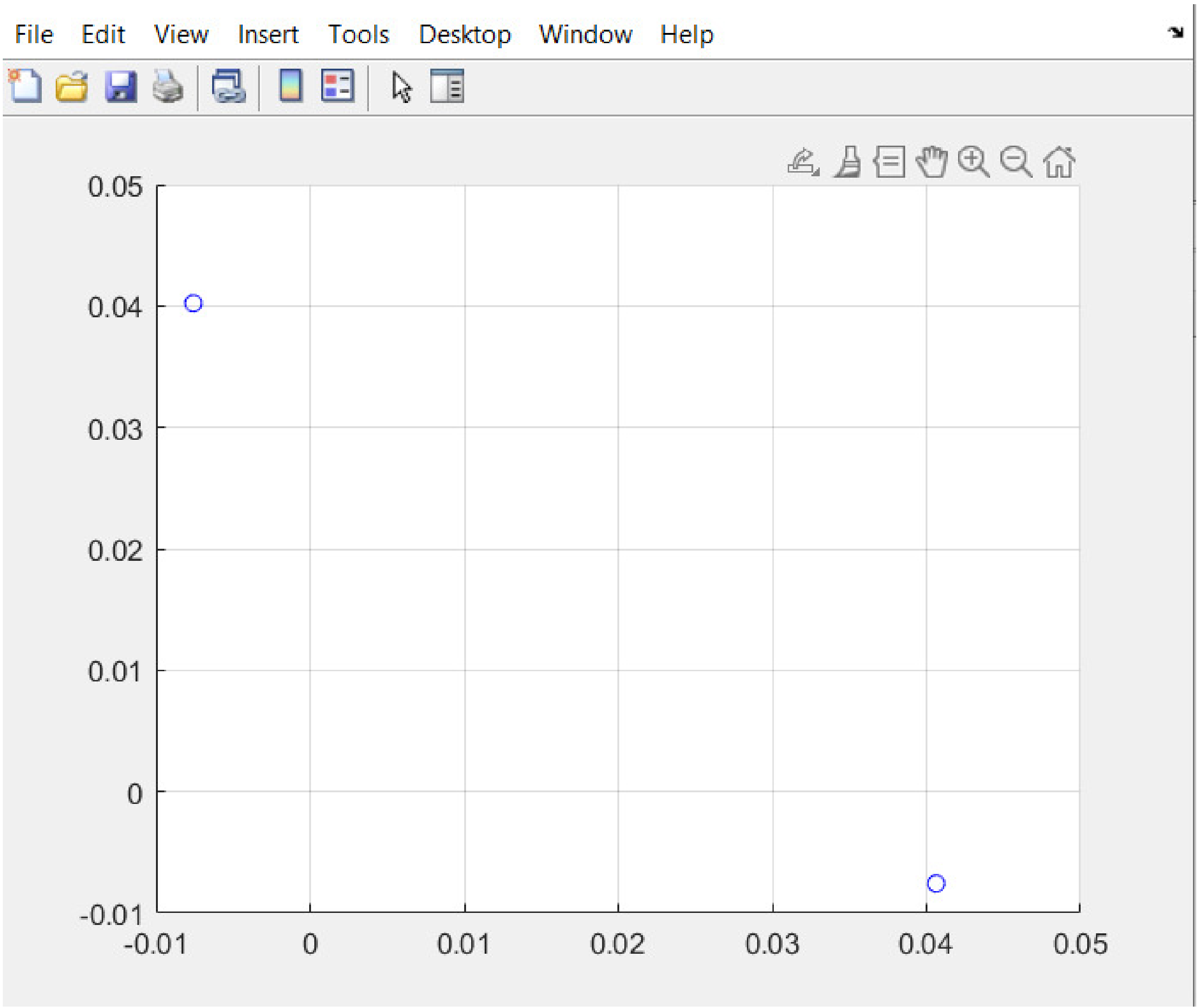

Рисунок 1 Сигнальное созвездие

5. Разбиение сигнального пространства на решающие области

При передаче случайного сигнала из множества приемник может ошибочно определить номер передаваемого сигнала. Принятый сигнал можно представить как множество сигнальных точек {   }, □ □^{D}, где □^{D}– D−мерное евклидово пространство. Для описания приема сигнала будем использовать понятие решающих областей.

Разбиение множества сигнального пространства на решающие множества можно представить как:

D − мерное пространство □^{D} разбивается на q непересекающихся областей R_i, где i=1, 2, …, q-1

Разбиение должно обеспечивать минимальную вероятность ошибки, тогда разбиение для равновероятных сигналов выразить как:

Где r – точка в −мерном пространстве, соответствующая принятому сигналу, а расстояние между точками и . Каждая решающая область состоит из точек сигнального пространства, расстояние от которых до сигнальной точки меньше, чем до любой другой точки .

Для ЧМ будет удобно воспользоваться уравнением прямой и разбить пространство на 2 равные области, т.к. сигнальные точки находятся на равном расстояние друг от друга и занимают симметричные положения относительно осей.

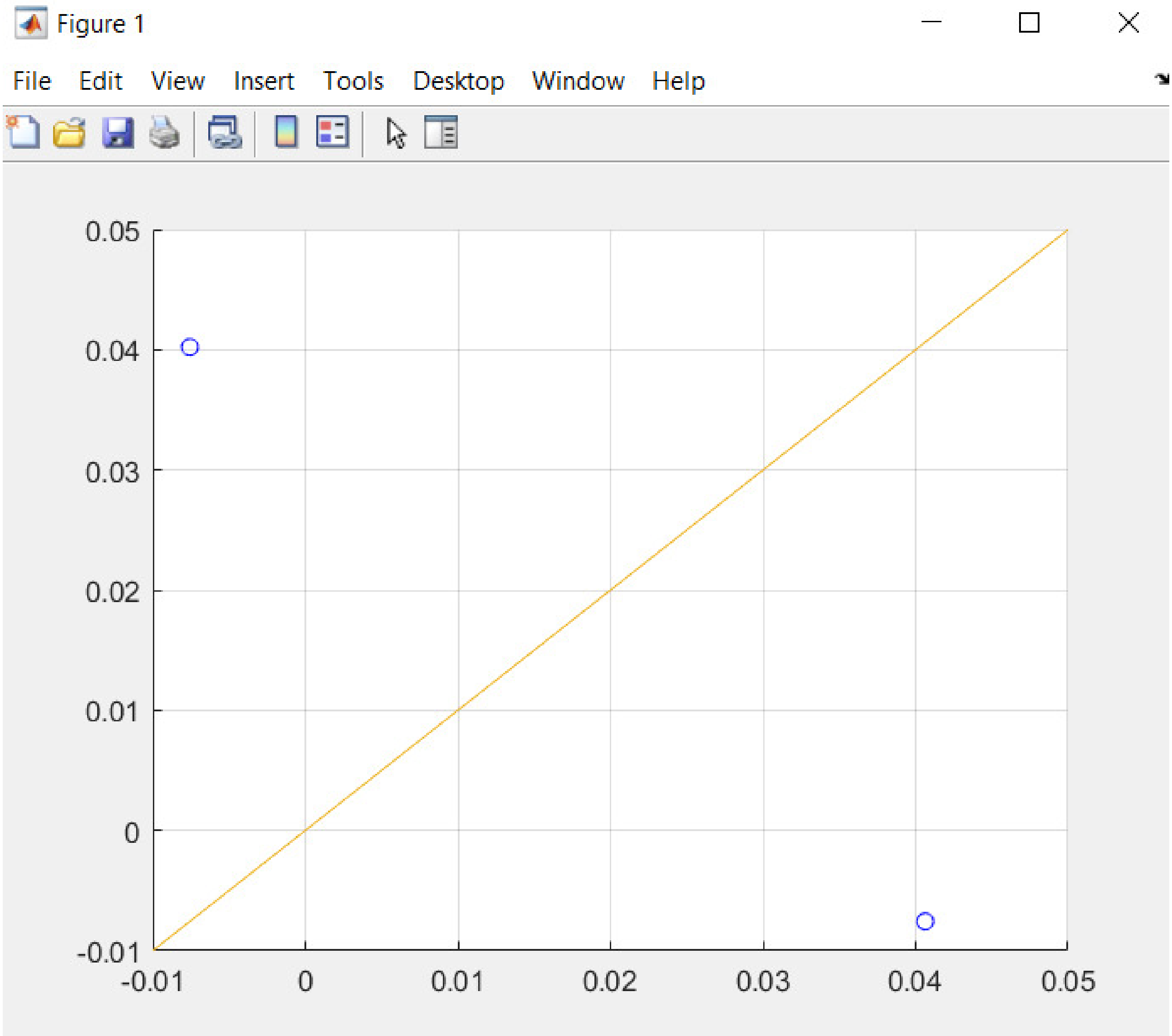

Рисунок 2 Разбиение пространства на решающие области

6. Вывод

В данной лабораторной работе было проведено исследование геометрического представления сигналов из множества, образованного при частотной модуляции. Для данного варианта были выбраны базисные функции (1), для которых было проверено выполнение условия ортонормированности по формуле (2).

Так же было выполнено построение сигнального созвездия для сигналов множества ЧМ (Рис.1), которое потом разбили на решающие области для принятия сигнала с минимальной вероятностью ошибки (Рис.2)

7. Код

```
clear all
clc
close all
nFig = 1; % Vi=300, Vm=300
T = 1/300;
A = 1;
F0 = 980;
F1 = 1180;
Ns = 1000;
df= (1 / T) / Ns;
f = 0:df:3600;
E=A^2 * T /2;
Ns = 1000;
dt = (1 / F0) / Ns;
t = 0:dt:T;
S1 = A*cos(2*pi*F0*t);
S2 = A*cos(2*pi*F1*t);
%
phi1 = sqrt(2/T) * cos(2*pi*F0*t);
phi2 = sqrt(2/T) * cos(2*pi*F1*t);
ort00= dot(phi1, phi1).*dt;
ort10=dot(phi2, phi1).*dt;
ort11=dot(phi2, phi2).*dt;
D = 2;
sp = zeros(2, D);
sp(1, 1) = dot(S1, phi1).*dt;
sp(1, 2) = dot(S2, phi1).*dt;
sp(2, 1) = dot(S1, phi2).*dt;
sp(2, 2) = dot(S2, phi2).*dt;
figure();
hold on;
grid on;
for i = 0:1
plot(sp(i+1,1),sp(i+1,2),'bo');
end
y = -0.01:0.01:0.05;
%voronoi(sp(:,1),sp(:,2));
plot(y, y);
```