Беспалов Владимир Михайлович, группа 3-1

Лабораторная работа № 2

**Вариант № 4**

Моделирование и оценка эффективности систем передачи

информации в среде MATLAB + Simulink

**Цель работы**

Практическое изучение технологий визуального программирования имитационных моделей систем с использованием подсистемы Simulink, освоение навыков проведения экспериментальных исследований с моделями систем передачи информации в интересах оценки их эффективности и влияния основных факторов

**Задание**

1. Путем имитационного моделирования канала передачи информации с полезным импульсным радиосигналом и частотной модуляцией (несущая частота – 300 Гц) в среде с мешающим аддитивным белым шумом, построить зависимость вероятности уверенного приема сигнала PO от мощности шума NP ∈ (0,04;0,9) и расстояния от источника до приемника R ∈ (3;8). Коэффициент различимости mr = 1, амплитуда импульса Am = 50, доверительный интервал dp = 0,05 с уровнем значимости dp = 0,07.
2. Построить зависимость интенсивности ложных тревог L от расстояния от источника до приемника R ∈ (1;7) и коэффициента различимости mr ∈ (0,007;0,01). Мощность шума NP = 0,2, доверительный интервал dl = 0,01 с уровнем значимости α = 0,06. Длительность импульса – 1 сек., время моделирования – 10 сек

**Код программы (внесённые изменения в шаблон кода выделены)**

clear all;

%% 1.1 Условие и оценка СКО в зависимости от NP и R

%Путем имитационного моделирования канала передачи информации

%с полезным импульсным радиосигналом и частотной модуляцией (несущая

%частота – 300 Гц) в среде с мешающим аддитивным белым шумом, построить

%зависимость вероятности уверенного приема сигнала PO от мощности шума

%Задание интервала дискретизации по времени и количества отсчетов

%на интервале моделирования [0,10] с.

Ts=0.001;

Ns=10000;

% 1. Оценка PO в зависимости от NP и R при фиксированных mr и Am

% Задание неварьируемых величин

Am = 50;

mr = 1;

Hz = 1;

Fr = 300;

nf = 2;

% format: NP R

minf = [0.04 3];

maxf = [0.9 8];

%формирование дробного двухуровневого плана эксперимента

%для учета взаимодействий

fracfact('a b ab' );

N=2^nf;

fracplan=ans;

fictfact=ones(N,1);

X=[fictfact ans]';

fraceks=zeros(N,nf);

for i = 1:nf

  for j = 1:N

    fraceks(j,i)=minf(i)+(fracplan(j,i)+1)\*(maxf(i)-minf(i))/2;

  end

end

fraceks

%тактическое планирование эксперимента

%задание доверительного интервала и уровня значимости

dp=0.05;

alpha=0.07;

%определение t-критического

tkr\_alpha=norminv(1-alpha/2);

%определение требуемого числа испытаний

NE = round(tkr\_alpha^2/(4\*dp^2));

%% 1.2 Планирование

%цикл по совокупности экспериментов стратегического плана

%цикл по совокупности экспериментов стратегического плана

counter = 0;

for j=1:N

 a=fraceks(j,1);

 b=fraceks(j,2);

 NP = a;

 R = b;

 u = [];

 %цикл статистических испытаний с фиксированным объемом

 %выборки для достижения заданной точности оценки показателя

 for k=1:NE

  %имитация функционирования системы

  to = round(rand \* 100); %инициализация генератора шума

  sim('trenl', Ts\*Ns);

  u0 = simout;

  u1 = simout1;

  %u1 = squeeze(simout1);

  counter = 0; %число совпадающих значений

  for ind=1:length(u0)

    if u0(ind) == u1(ind)

      counter = counter + 1;

    end

  end

  u(k) = counter / length(u0); %вероятность корректного сигнала

  %u(k) = 1 - sum(xor(u0, u1)) / length(u0);

  disp(j);

  disp(k);

 end

 %оценка показателя (реакции) по выборке наблюдений

 P\_O = mean(u);

 Y(j)=P\_O;

end

%определение коэффициентов регрессии

C=X\*X';

b\_ = inv(C)\*X\*Y';

%формирование зависимости реакции системы на множестве

%значений факторов

A=minf(1):0.1:maxf(1);

B=minf(2):0.1:maxf(2);

[k N1]=size(A);

[k N2]=size(B);

for i=1:N1

 for j=1:N2

  an(i)=2\*(A(i)-minf(1))/(maxf(1)-minf(1))-1;

  bn(j)=2\*(B(j)-minf(2))/(maxf(2)-minf(2))-1;

 %экспериментальная поверхность реакции

 Yc(j,i)=b\_(1)+an(i)\*b\_(2)+bn(j)\*b\_(3)+an(i)\*bn(j)\*b\_(4);

 end

end

%% 2.1 Задание интервала дискретизации по времени и количества отсчетов

%на интервале моделирования [0,10] с.

Ts=0.001;

Ns=10000;

% Оценка L в зависимости

NP=0.2

nf=2;

% format mr, R

minf=[0.007 1];

maxf=[0.01 7];

%формирование дробного двухуровневого плана эксперимента

%для учета взаимодействий

fracfact('a b ab' );

N=2^nf;

fracplan=ans;

fictfact=ones(N,1);

X=[fictfact ans]';

fraceks=zeros(N,nf);

for i=1:nf

  for j=1:N

    fraceks(j,i)=minf(i)+(fracplan(j,i)+1)\*(maxf(i)-minf(i))/2;

  end

end

fraceks

%% 2.2 Планирование

% тактическое планирование эксперимента

%задание доверительного интервала и уровня значимости

dl=0.01;

alpha=0.06;

%определение t-критического

tkr\_alpha=norminv(1-alpha/2);

%цикл по совокупности экспериментов стратегического плана

for j=1:N

  a=fraceks(j,1);

  b=fraceks(j,2);

  mr=a;

  R=b;

  %организация цикла статистических испытаний с переменным объемом

  %выборки для достижения заданной точности оценки показателя

  NE=1;

  l=0;

  SQ=0;

  D=1;% выборочная дисперсия

  u = [];

  while NE < tkr\_alpha^2\*D/dl^2

    %имитация функционирования системы

    to=round(rand\*100); %инициализация генератора шума

    sim('trenl',Ts\*Ns);

    % Подсчет числа ошибок

    u0 = simout;

    u1 = simout1;

    %u1 = squeeze(simout1);

    %u(NE) = sum(xor(u0, u1)) / length(u0);

    counter = 0; %число различающихся значений

    for ind = 1:length(u0)

      if u0(ind) ~= u1(ind)

        counter = counter + 1;

      end

    end

    u(NE) = counter / (Ts\*Ns);

    l=l+u(NE);

    SQ=SQ+u(NE)^2;

    if NE > 20 D = SQ / (NE-1) - (l^2) / (NE \* (NE-1)); end

    NE=NE+1;

  end

  NE= NE - 1;

  %оценка показателя (реакции) по выборке наблюдений

  L=mean(u);

  Yl(j)=L;

end

%определение коэффициентов регрессии

Cl=X\*X';

b\_l=inv(Cl)\*X\*Yl'

%формирование зависимости реакции системы на множестве

%значений факторов

Al=minf(1):0.0001:maxf(1);

Bl=minf(2):0.01:maxf(2);

[k N1]=size(Al);

[k N2]=size(Bl);

for i=1:N1

  for j=1:N2

    anl(i)=2\*(Al(i)-minf(1))/(maxf(1)-minf(1))-1;

    bnl(j)=2\*(Bl(j)-minf(2))/(maxf(2)-minf(2))-1;

    %экспериментальная поверхность реакции

    Yo(j,i)=b\_l(1)+anl(i)\*b\_l(2)+bnl(j)\*b\_l(3)+anl(i)\*bnl(j)\*b\_l(4);

  end

end

%% 3 Отображение зависимостей в трехмерной графике

[x,y]=meshgrid(A,B);

[xl,yl]=meshgrid(Al,Bl);

figure;

subplot(1,2,1),

plot3(x,y,Yc),

xlabel('мощность шума NP'),

ylabel('радиус R'),

zlabel('реакция'),

title('Зависимость реакции от R и NP'),

grid on,

subplot(1,2,2),

plot3(xl,yl,Yo),

xlabel('Коэффициент различимости mr'),

ylabel('радиус R'),

zlabel('L'),

title('зависимость интенсивности ложных тревог L от расстояния от R и mr'),

grid on;

**Результаты выполнения задания**

1. В результате получим отображение результатов моделирования, представленное на рис.1, где слева размещается зависимость реакции от R и NP, а справа зависимость интенсивности ложных тревог L от расстояния R и mr.

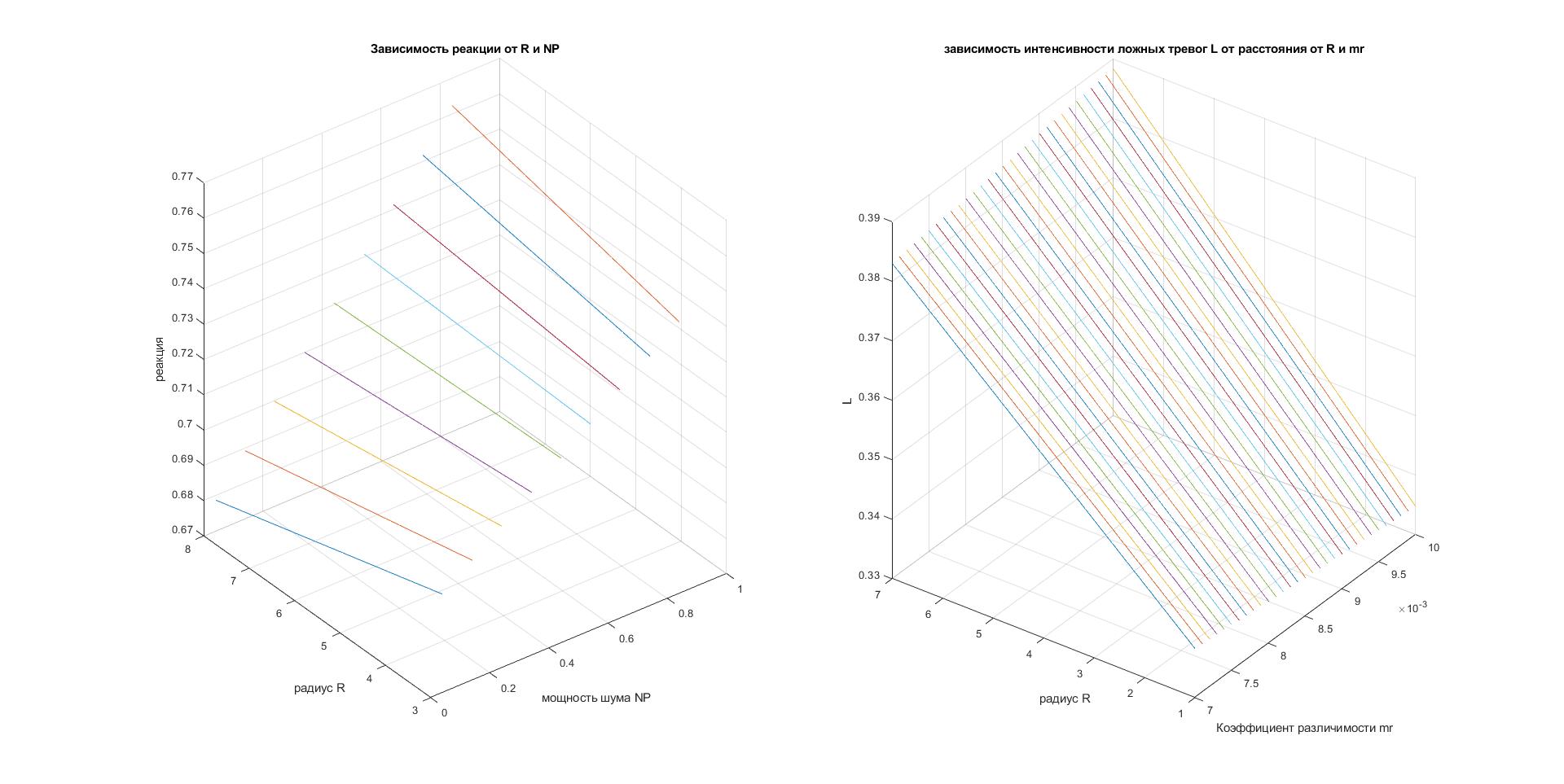


Рисунок 1 – Результаты моделирования