

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 P_0 от мощности шума $N_P \in (0,04;0,9)$ и расстояния от источника до приемника $R \in (3;8)$. Коэффициент различимости $m_r = 1$, амплитуда импульса $A_m = 50$, доверительный интервал $d_p = 0,05$ с уровнем значимости $d_p = 0,07$.
2. Построить зависимость интенсивности ложных тревог L от расстояния от источника до приемника $R \in (1;7)$ и коэффициента различимости $m_r \in (0,007;0,01)$. Мощность шума $N_P = 0,2$, доверительный интервал $d_l = 0,01$ с уровнем значимости $\alpha = 0,06$. 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 P0 от мощности шума

%Задание интервала дискретизации по времени и количества отсчетов
%на интервале моделирования [0,10] с.
Ts=0.001;
Ns=10000;
% 1. Оценка P0 в зависимости от NP и R при фиксированных mr и Am
% Задание неварьируемых величин
Am = 50;
mr = 1;
Hz = 0.5;
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

```

```

%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

```

```

for j=1:N
    a=fraceks(j,1);
    b=fraceks(j,2);
    NP = a
    R = b
    %цикл статистических испытаний с фиксированным объемом
    %выборки для достижения заданной точности оценки показателя
    uo=zeros(NE,1);
    u1=zeros(NE,1);
    for k=1:NE
        %имитация функционирования системы
        to = round(rand * 100); %инициализация генератора шума
        sim('tren1', Ts*Ns);
        uo(k)=sum(simout);
        u1(k)=sum(simout1);
        disp(j);
        disp(k);
    end
    %оценка показателя (реакции) по выборке наблюдений
    P_0 = sum(u1)/sum(uo);
    Y(j)=P_0;
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 от NP и mr при фиксированных Am=0 и R=1
%Задание неварьируемых величин
%амплитуды сигнала (Am) и расстояния (R)
Am=1
NP=0.2
Fr = 300;
Hz = 0.5;
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;
    while NE < tkr_alpha^2*D/dl^2
        %имитация функционирования системы
        to=round(rand*100); %инициализация генератора шума
        sim('trenl',Ts*Ns);
        u=sum(simout1)/(Ts*Ns);
        %Оценка выборочной дисперсии D измеряемого параметра
        l=l+u;
        SQ=SQ+u^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=l/NE;
    Yl(j)=L;
end

```

```

%определение коэффициентов регрессии
C1=X*X';
b_1=inv(C1)*X*Y1'
%формирование зависимости реакции системы на множестве
%значений факторов
A1=minf(1):0.0001:maxf(1);
B1=minf(2):0.01:maxf(2);
[k N1]=size(A1);
[k N2]=size(B1);
for i=1:N1
    for j=1:N2
        an1(i)=2*(A1(i)-minf(1))/(maxf(1)-minf(1))-1;
        bn1(j)=2*(B1(j)-minf(2))/(maxf(2)-minf(2))-1;
        %экспериментальная поверхность реакции
        Yo(j,i)=b_1(1)+an1(i)*b_1(2)+bn1(j)*b_1(3)+an1(i)*bn1(j)*b_1(4);
    end
end

%% 3 Отображение зависимостей в трехмерной графике
[x,y]=meshgrid(A,B);
[x1,y1]=meshgrid(A1,B1);
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(x1,y1,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.

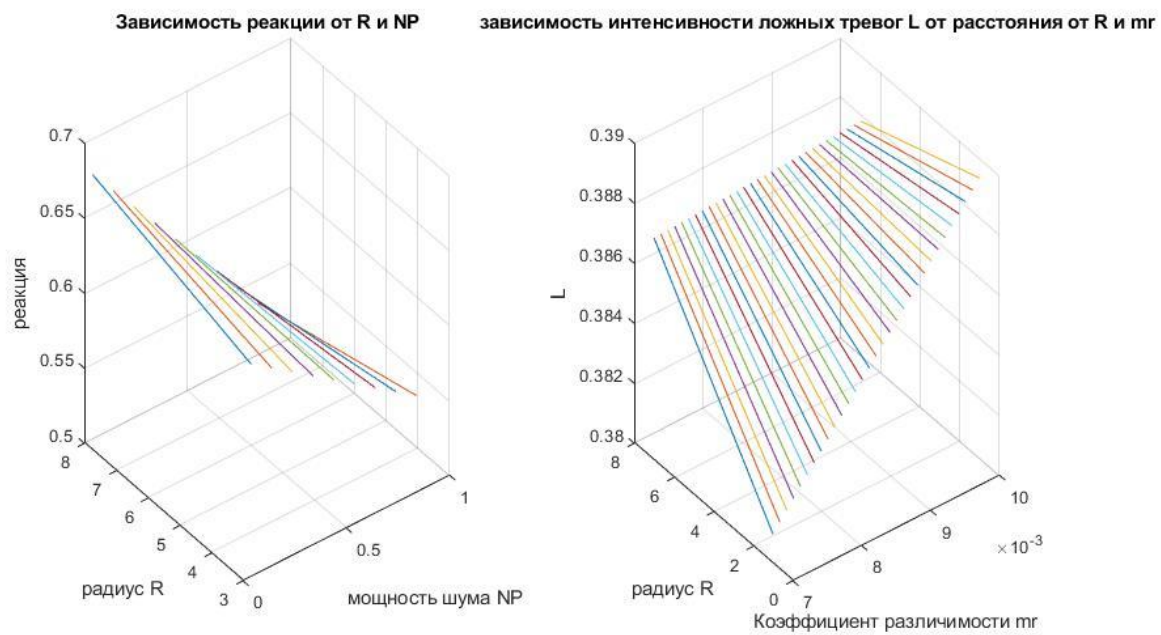


Рисунок 1 – Результаты моделирования