Национальный исследовательский университет  
Московский Энергетический Институт  
Кафедра Радиотехнических систем Аппаратура потребителей СРНС

Лабораторная работа №4

«Моделирование следящей системы»

Вариант №14

Выполнил: студент  
 группы ЭР-15-17  
Михайлов И.О.

Преподаватель: Корогодин И.В.

Москва 2021

**Цели работы:**

Применить метод информационного параметра при моделировании радиотехнического устройства; получить опыт моделирования следящей системы (СС); развить навыки обработки данных статистических экспериментов.

Моделируется следящая система за частотой.

**Задание:**

1) Построить график зависимости динамической ошибки оценивания от полосы следящей системы.

2) Построить график зависимости флуктуационной ошибки оценивания от полосы следящей системы.

3) Построить график общей среднеквадратической ошибки оценивания частоты от полосы следящей системы.

4) Определить шумовую полосу следящей системы, при которой достигается минимум среднеквадратической ошибки оценивания частоты.

**Допущения:**

1) Моделирование будем производить в линейном приближении работы следящей системы по методу информационного параметра.

2) Процесс частоты развивается в соответствии с моделью второго порядка как интеграл от винеровского случайного процесса.

**Математические модели**

Математическая модель процесса частоты:

где в соответствии с вариантом задания . Начальные значения:

Выражения можно записать в векторном виде

Алгоритм работы следящей системы относительно информационного параметра:

инициализационные значения

коэффициенты определяются шумовой полосой системы

поступившие на k-м шаге измерения частоты.

Алгоритм может быть представлен в векторном виде

**Выполнение:**

По заданию, мои значения :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер варианта | Dξ | Dη |
| 14 | 8 | 12 |

, где Dξ - дисперсия формирующего шума, а Dη - дисперсия эквивалентных наблюдений.

**Программа**

clear all

%close all

clc

%% Дано

T = 0.05;

Tmax = 3600; %сек

t = T:T:Tmax;

N = length(t);

G = [0 0;0 T];

F = [1 T;0 1];

Dksi = 8\*0; % Дисперсия формирующего шума

Deta = 12\*1; % Дисперсия шумов наблюдений

Band = 0.1:0.1:3; % Полоса СС

Band\_for\_plot = 2; % Полоса, при которой вывести графики

RMS\_Omega = nan(1, length(Band));

for i = 1:length(Band)

K = nan(2, 1);

K(1) = 8/3 \* Band(i) \* T; % Коэффициенты СС

K(2) = 32/9 \* Band(i)^2 \* T;

ksi = sqrt(Dksi) \* randn(1, N); % Реализация формирующего шума

eta = sqrt(Deta) \* randn(1, N); % Реализация шумов наблюдений

Xest = [0; 0]; % Начальные условия

Xextr = F\*Xest;

Xist = [0; 0];

ErrOmega = nan(1, N); Omega = nan(1, N);

for k = 1:N

Xist = F\*Xist + G\*[0; ksi(k)]; % Развитие оцениваемого процесса

omega\_meas = Xist(1) + eta(k); % Наблюдения

Xest = Xextr + K\*(omega\_meas - Xextr(1)); % Этап оценивания

Xextr = F\*Xest; % Этап экстраполяции

ErrOmega(k) = Xest(1) - Xist(1); % Ошибка оценивания

Omega(k) = Xist(1); % Истинное значения

end

if Band(i) == Band\_for\_plot

figure(1);

plot(t, ErrOmega/2/pi,'LineWidth',0.5);

xlabel('t, s'); ylabel('\Delta \omega, Hz');

title(['Полоса пропускания = ' num2str(Band(i)) 'Гц']);

grid on

figure(2);

plot(t, [Omega; Omega + ErrOmega]/2/pi,'LineWidth',2);

xlabel('t, s'); ylabel('\omega, Гц');

title(['Полоса пропускания = ' num2str(Band(i)) 'Гц']);

grid on

end

RMS\_Omega(i) = sqrt(mean(ErrOmega.^2));

end

if Dksi == 0

Col = [1 0 0];

elseif Deta == 0

Col = [0 0.5 0];

else

Col = [0 0 1];

end

figure(3)

hold on

plot(Band, RMS\_Omega,'LineWidth',2, 'Color', Col);

%hold off

xlabel('Полоса пропускания, Гц'); ylabel('RMS \omega, Гц');

grid on



Рисунок 1 - График динамической среднеквадратической ошибки оценивания от полосы пропускания



Рисунок 2 - График флуктуационной среднеквадратической ошибки оценивания от полосы пропускания



Рисунок 3 - График общей среднеквадратической ошибки оценивания от полосы пропускания



Рисунок 4 – Графики среднеквадратической ошибки оценивания: общей(синий), динамической(зеленый), флуктуационной(красный)

**Анализ результатов моделирования**

Поставленные цели моделирования достигнуты:

* Найдены графики динамической, флуктуационной и общей среднеквадратической ошибки слежения в зависимости от полосы СС;
* Определена полоса СС, при которой достигается минимум среднеквадратической ошибки слежения; она составила 0.5 Гц.