**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»**
**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ **ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

КАФЕДРА **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

# О Т Ч Е Т

## по лабораторной работе № 3

**Дисциплина:** Теория Систем и Системный Анализ

Преподаватель ____________________ Д.А. Миков
(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

Студент гр. ИУ6-72Б ____________________ И.С. Марчук
(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

Москва, 2022

**Цель работы:** исследование алгоритма реконструкции математической модели сложной системы по временному ряду.

**Задача:** реконструировать математическую модель по временным рядам.

**Вариант: 17.**

**Ход работы:**

В качестве регистрируемого сигнала a(t) возьмём математическую функцию y=$4cos(x^2+5)-6sin(x^2+5)$.

Временной ряд ai(iΔt) = ai, i = 1, … , N будет сгенерирован автоматически для зависимости y= sin(x) + 2cos(x) + x на отрезке [0; 12], где N=500, с шагом (12-0) / 500=0,024.

Параметры реконструкции: степень полинома ν=3 и размерность вектора n=3.
Правая часть полученной системы дифференциальных уравнений на отрезке [0; 5].

Описание системы уравнений в MATLAB:

```
function f = systema(~, x)
global C;
f(1) = x(2);
f(2) = x(3);
f(3) = (C(1) + C(2)*x(1) + C(3)*x(2) + C(4)*x(3) + C(5)*x(1)*x(2) ...
   + C(6)*x(2)*x(3) + C(7)*x(1)*x(3) + C(8)*x(1)*x(1) ...
   + C(9)*x(2)*x(2) + C(10)*x(3)*x(3) + C(11)*x(1)*x(2)*x(3) ...
   + C(12)*x(1)*x(1)*x(2) + C(13)*x(1)*x(1)*x(3) ...
   + C(14)*x(1)*x(2)*x(2) + C(15)*x(2)*x(2)*x(3) + C(16)*x(1)*x(3)*x(3) ...
   + C(17)*x(2)*x(3)*x(3) + C(18)*x(1)*x(1)*x(1) ...
   + C(19)*x(2)*x(2)*x(2) + C(20)*x(3)*x(3)*x(3));
f = f';
end
```

Неизвестные коэффициенты Ci будут найдены из системы линейных алгебраических уравнений, составленных по выборочным значениям ряда.

Решение системы дифференциальных уравнений будет осуществляться методом Рунге – Кутты 4 порядка.

Листинг программы :

```
clear all;
clc;
close all;
```

% формирование необходимых временных рядов

```
% границы отрезка
a = 0;
b = 12;

global C x1 x2 x3 x4;
n = 500;
m = 20;

% шаг интегрирования
step = (b - a) / n;
% временная ось
x = a:step:b;
% значения исходной функции
function a = func(x)
        ttt = x .* x + 5;
    a = 4 .* cos(ttt) - 6 .* sin(ttt);
end



y = func(x);

y2 = zeros(1,n+1);
y3 = zeros(1,n+1);
y4 = zeros(1,n+1);
x1 = zeros(m,1);
x2 = zeros(m,1);
x3 = zeros(m,1);
x4 = zeros(m,1);
C = zeros(1,m);

% Вычиследние производных
for i=1:n-1
    y2(i)=(y(i+1)-y(i))/step;
end
for i=1:n-1
    y3(i)=(y2(i+1)-y2(i))/step;
end
for i=1:n-1
    y4(i)=(y3(i+1)-y3(i))/step;
end
```

```
% выборочные точки
for i=0:m-1
    x1(i+1)=y(round(n/m)*i+1);
    x2(i+1)=y2(round(n/m)*i+1);
    x3(i+1)=y3(round(n/m)*i+1);
    x4(i+1)=y4(round(n/m)*i+1);
end

A = zeros(m,m);
for i=1:m
    A(i,:) = [1 x1(i) x2(i) x3(i) x1(i)*x2(i) ...
    x2(i)*x3(i) x1(i)*x3(i) (x1(i))^2 (x2(i))^2 ...
    (x3(i))^2  x1(i)*x2(i)*x3(i)  (x1(i))^2*x2(i) ...
    (x1(i))^2*x3(i) x1(i)*(x2(i))^2 (x2(i))^2*x3(i) ...
    x1(i)*(x3(i))^2 x2(i)*(x3(i))^2 (x1(i))^3 ...
    (x2(i))^3 (x3(i))^3];
end

% находение коэф. Ci и решение системы дифф. уравнений
C = A\x4;
disp('C = ');
disp(C);
[~, s] = ode45('systema', x, [x1(1) x2(1) x3(1)]);
disp('The solve is ');
disp(s);

% визуализация результатов
Y = s(:,1);
Y2 = s(:,2);
figure;
plot(x,y,'-b',x,Y,'-r');
grid on
title('График моделируемой и оригинальной функций');
legend('оригинальная функция','моделируемая функция', 'location', 'best')
figure;
plot(y,y2, '-b',Y,Y2,'-r')
grid on
title('Фазовые портреты');
legend('оригинальная функция','моделируемая функция', 'location', 'best')
```

Результаты решения задачи в MATLAB представлены в виде графиков моделируемой – оригинальной функций и фазовый портрет, представлены на рисунках 1 – 2.

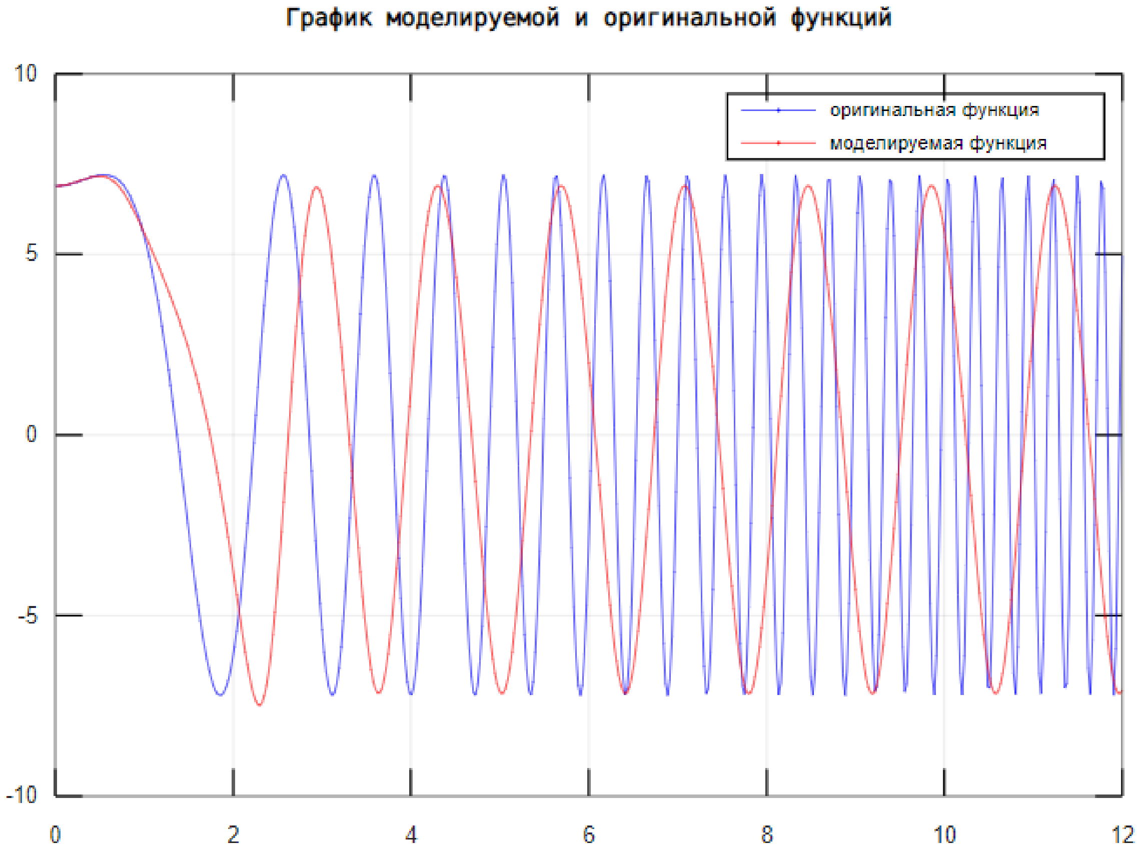


Рисунок 1 – График моделируемой и оригинальной функций

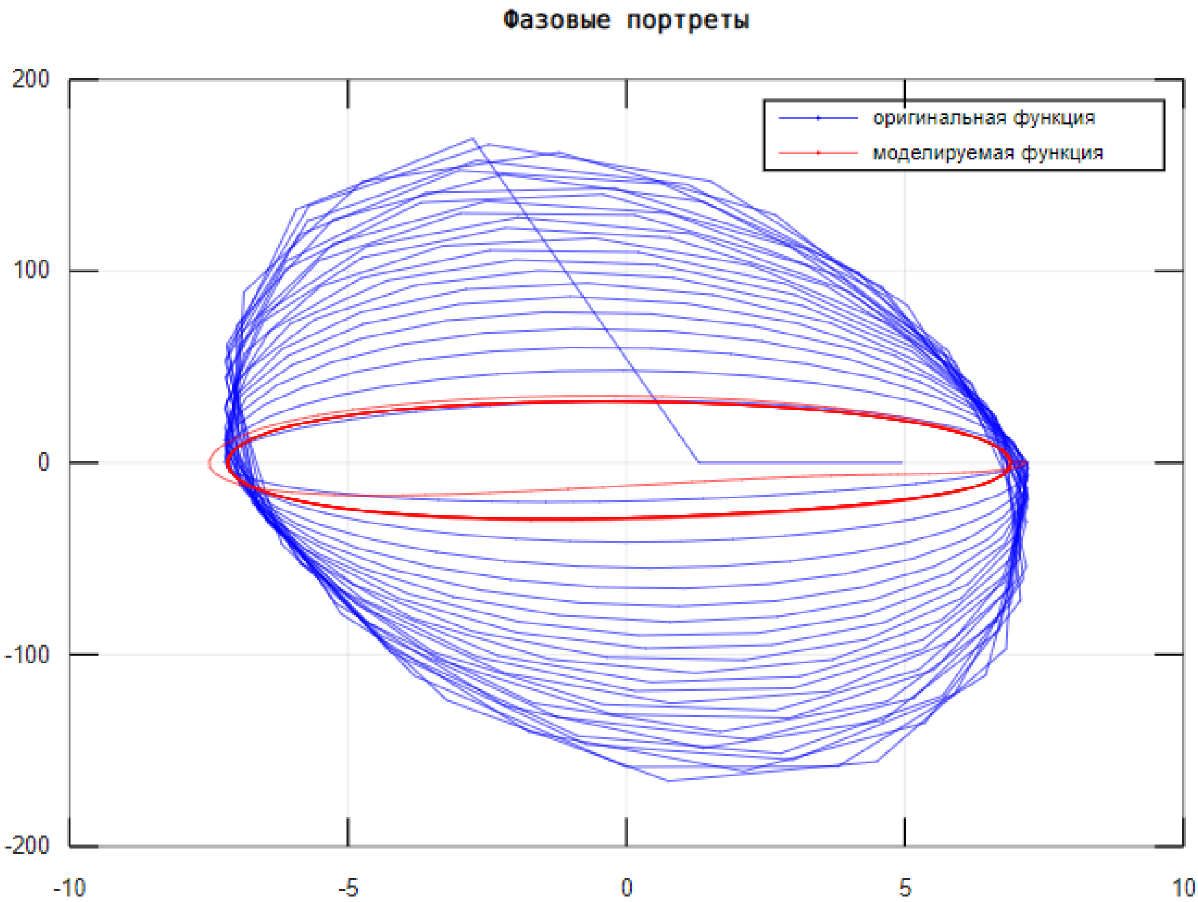


Рисунок 2 – Фазовые портреты

Графики исходного сигнала математической функции и модели реконструкции, представленные на рисунке 1, схожи при малых периодах, но начинают расходиться с течением времени. На рисунке 2 представлены фазовые портреты исходной системы и модельной системы, на которых тоже видно расхождение при увеличении времени. Так как результат реконструкции зависит от формы исходного сигнала (выбранная математическая функция y = $4cos(x^2 + 5) - 6sin(x^2 + 5)$ и выбора параметров реконструкции (размерность вектора n и степень полинома ν), то в данном случае для улучшения точности моделируемой функции может помочь увеличение значений параметров реконструкции.

**Вывод:** В ходе выполнения лабораторной работы я исследовал алгоритм реконструкции математической модели сложной системы по временному ряду, где в регистрируемого сигнала a(t) использовал математическую функцию y=$4cos(x^2 + 5) - 6sin(x^2 + 5)$, получил и проанализировал графики исходного сигнала математической функции и модели реконструкции, фазовые портреты.