

Отчет ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №8

по дисциплине: «Компьютерные методы инженерного моделирования»

на тему: «Моделирование САУ. Работа с пакетом Control System Toolbox»

Выполнила:

Принял:

Дата сдачи отчета: _____

Дата допуска к защите: _____

Дата защиты: _____

Цель работы: Получить навыки моделирования САУ с использованием М-файлов и в пакете Simulink, научиться применять функции пакета **Control System Toolbox** для анализа моделей САУ, выполнять графическую интерпретацию полученных результатов.

Практическая часть

1. Создать модели типовых звеньев САУ:

- интегрирующего,
- дифференцирующего (реального),
- апериодического второго порядка,
- колебательного.

Параметры типовых звеньев задаются самостоятельно.

2. Для каждого звена определить следующие характеристики: переходную функцию, АЧХ, ФЧХ, АФЧХ (построить графики переходного процесса, диаграммы Бode и Найквиста).

3. Для колебательного звена определить по АЧХ значение максимальной амплитуды и частоты, при которой она достигается.

Выполнение пунктов 1, 2 и 3 в Matlab:

```
%- интегрирующего,  
k=2  
w1=tf(k, [1 0]);  
figure(1);  
step(w1); %график перех проц  
grid on;
```

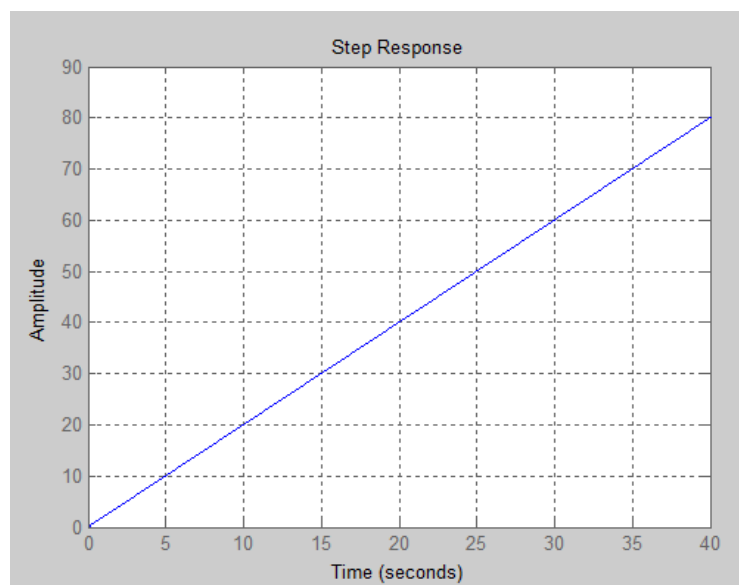


Рисунок 1 – Интегрирующее звено

```
%- дифференцирующего (реального),  
t1=5  
t2=10  
w2=tf([k*t1 0],[t1 1]);  
figure(2);  
step(w2);
```

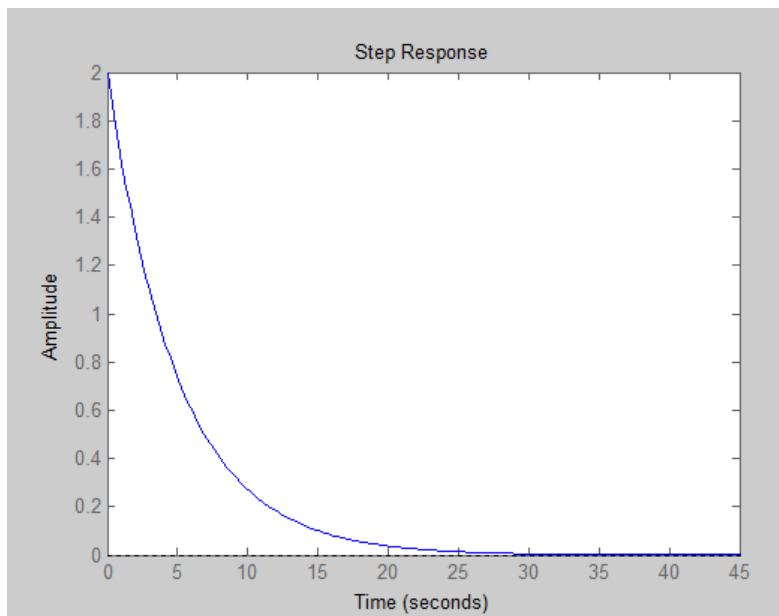


Рисунок 2 – Дифференцирующее звено

```
%- аperiodическое,  
w3=tf(k,[t1^2 t2 1]);  
figure(3);  
step(w3);
```

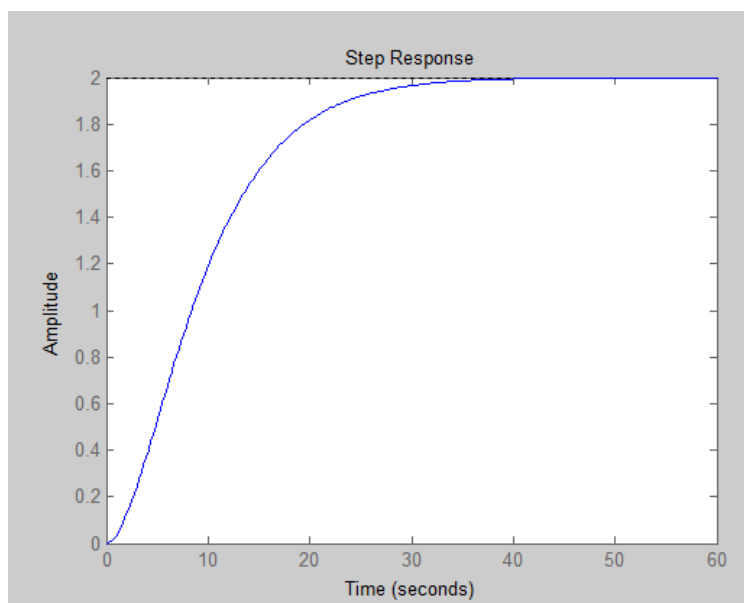


Рисунок 3 – Аperiodическое звено

```
%- колебательного.  
w4=tf(k,[t2^2 t1 1]);  
figure(4);  
step(w4);  
bode(w4);
```

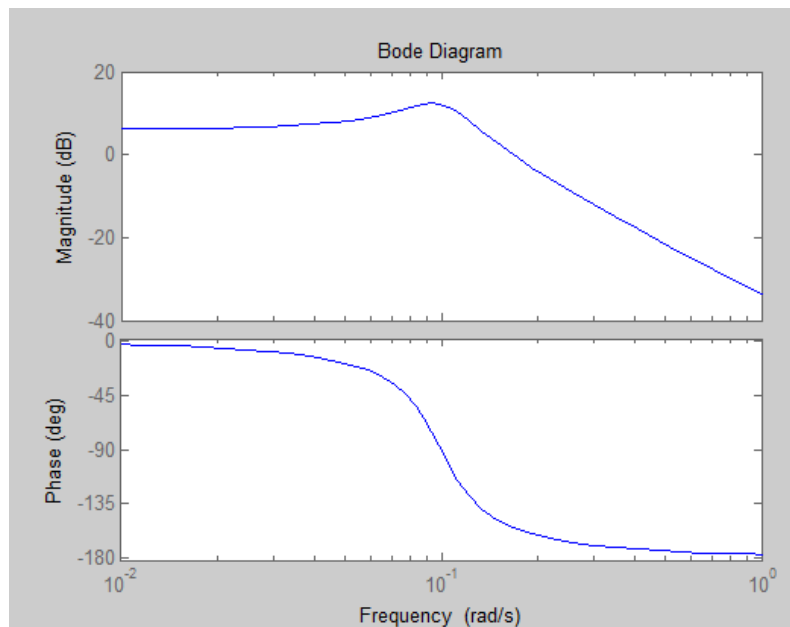


Рисунок 4 – Диаграмма Бode колебательного звена

%3. Для колебательного звена определить по АЧХ значение максимальной амплитуды и частоты, при которой она достигается.

```
[A,H,W]=bode(w4);
A1=A(1,:);
imax=1;
for i=1:length(A1)
    if A1(imax)<A1(i)
        imax=i;
    end;
end;
figure(5);
plot(W,A1,W(index_A),Amax,'or');
grid;
[Amax,index_A]=max(A(1,1,:));
fprintf('    Максимальная амплитуда: %5g\n    Частота: %5g ',Amax,W(index_A));
```

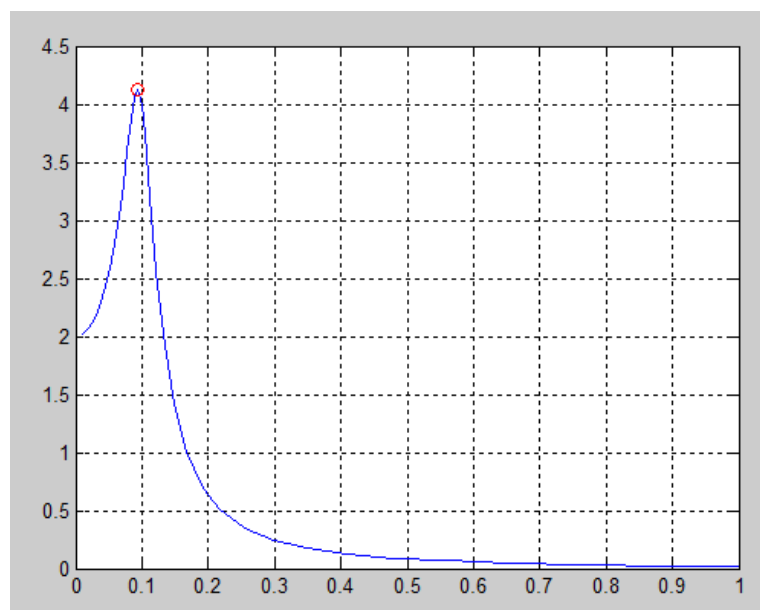


Рисунок 5 – График колебательного звена

Максимальная амплитуда: 4.13118
Частота: 0.0935414

5. Система описывается передаточной функцией вида:

$$W(s) = \frac{K}{A \cdot s^2 + B \cdot s + C}$$

Необходимо подобрать такие значения A, B, C, чтобы система была

- а) устойчива,
- б) неустойчива.

Выполнение пункта 5:

```
%Система устойчива с
A=10;
B=2;
C=1;
k=0.5;
W=tf([k],[A B C])
step(W);
figure(1)
%[y,t,x]=step(W)
P=pole(W)
disp('При A=10, B=2, C=1 система устойчива с колебаниями')
%Система устойчива без
A=2;
B=16;
C=1;
k=1;
W1=tf([k],[A B C])
[y,t,x]=step(W1);figure(2)
step(W1)
P1=pole(W1)
disp('При A=2, B=16, C=1 система устойчива без колебаний')
%Система неустойчива без
A=-2;
B=16;
C=-2;
k=1;
W2=tf([k],[A B C])
[y,t,x]=step(W2);figure(3)
step(W2)
P2=pole(W2)
disp('При A=-2, B=16, C=-2 система неустойчива без колебаний')
%Система неустойчива с
A=-200;
B=6;
C=-2;
k=1;
W3=tf([k],[A B C])
[y,t,x]=step(W3);figure(4)
step(W3)
P3=pole(W3)
disp('При A=-200, B=6, C=-2 система неустойчива с колебаниями')
```

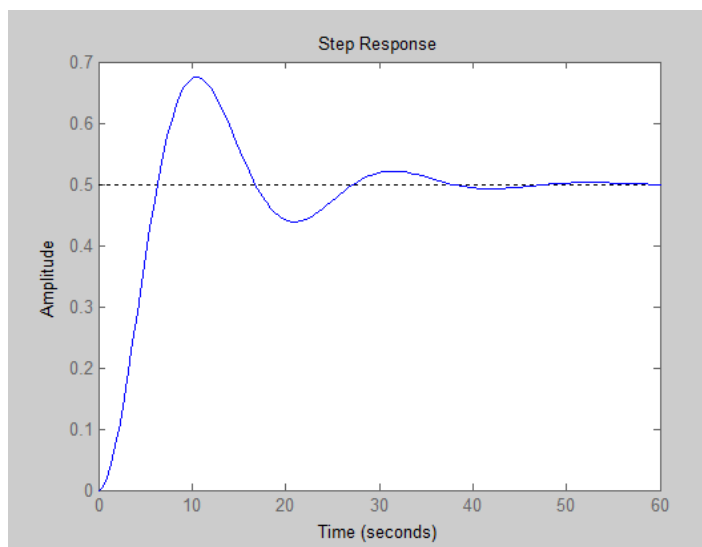


Рисунок 6 – График устойчивой системы с колебаниями

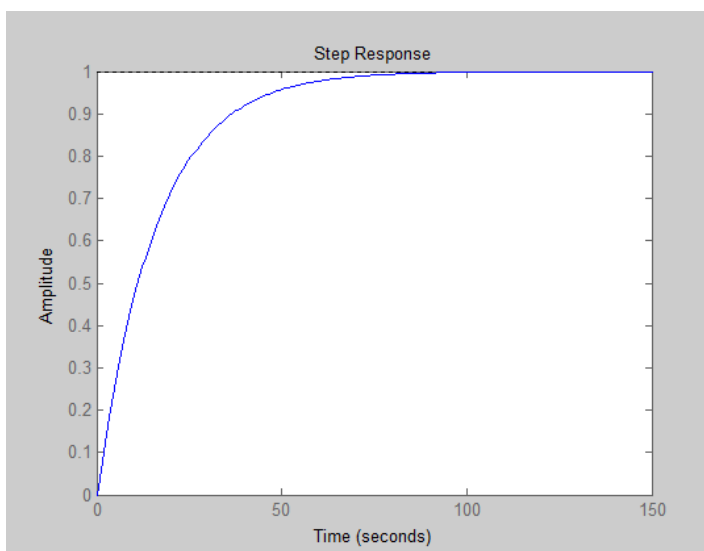


Рисунок 7 – График устойчивой системы без колебаний

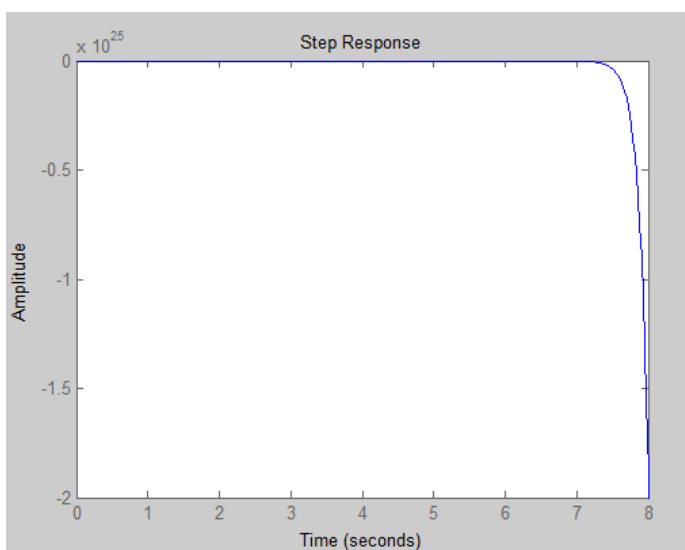


Рисунок 8 – График неустойчивой системы без колебаний

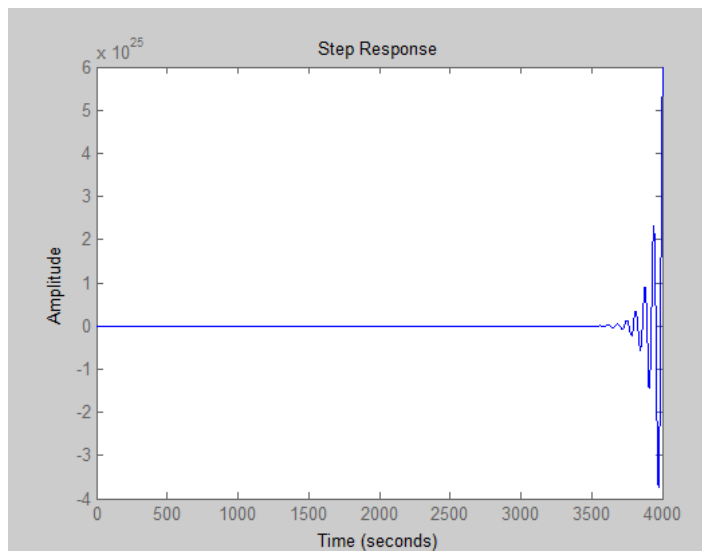


Рисунок 9 – График неустойчивой системы с колебаниями

<p>W =</p> $\frac{0.5}{10 s^2 + 2 s + 1}$ <p>Continuous-time transfer function.</p>	<p>W1 =</p> $\frac{1}{2 s^2 + 16 s + 1}$ <p>Continuous-time transfer function.</p>
<p>P =</p> $\begin{matrix} -0.1000 + 0.3000i \\ -0.1000 - 0.3000i \end{matrix}$ <p>При A=10, B=2, C=1 система устойчива с колебаниями</p>	<p>P1 =</p> $\begin{matrix} -7.9370 \\ -0.0630 \end{matrix}$ <p>При A=2, B=16, C=1 система устойчива без колебаний</p>
<p>W2 =</p> $\frac{-1}{2 s^2 - 16 s + 2}$ <p>Continuous-time transfer function.</p>	<p>W3 =</p> $\frac{-1}{200 s^2 - 6 s + 2}$ <p>Continuous-time transfer function.</p>
<p>P2 =</p> $\begin{matrix} 7.8730 \\ 0.1270 \end{matrix}$ <p>При A=-2, B=16, C=-2 система неустойчива без колебаний</p>	<p>P3 =</p> $\begin{matrix} 0.0150 + 0.0989i \\ 0.0150 - 0.0989i \end{matrix}$ <p>При A=-200, B=6, C=-2 система неустойчива с колебаниями</p>

В результате анализа системы видно, что система устойчива и не имеет без колебаний, когда корни вещественные и отрицательные, и система устойчива с колебаниями, когда корни комплексные с отрицательной вещественной частью.

В результате анализа системы видно, что система неустойчива и не имеет без колебаний, когда корни вещественные и положительные, и система неустойчива с колебаниями, когда корни комплексные с положительной вещественной частью.

6. С использованием М-файла и Simulink создать модель, вид которой приведен в приложении А. Получить временную и частотные характеристики модели, сравнить их. Параметры системы подобрать самостоятельно

№ п/п	Структурная схема	$W_1(s)$	$W_2(s)$	$W_3(s)$	$W_4(s)$	$W_5(s)$
3		$\frac{K_1}{T_1s + 1}$	$\frac{K_2}{s}$	$\frac{K_3(T_3s + 1)}{T_4s + 1}$	$\frac{K_4}{T_5T_6s^2 + T_6s + 1}$	-

Выполнение задания в Matlab:

```

k1=0.1;
k2=10;
k3=0.3;
k4=0.3;
t1=3;
t2=1;
t3=2;
t4=1.2;
t5=2;
t6=1;
w1=tf([0 k1],[0 t1 1]);
w2=tf([0 k2],[0 1 0]);
w3=tf([k3*t3 k3],[0 t4 1]);
w4=tf([0 k4],[t5*t6 t6 1]);

W1=parallel(w2,w3)
W2=series(w1,W1)
W3=feedback(W2,1)
W4=W3*w4
W5=feedback(W4,1)

figure(1)
p=pole(W5)
step(W5)
grid on

```

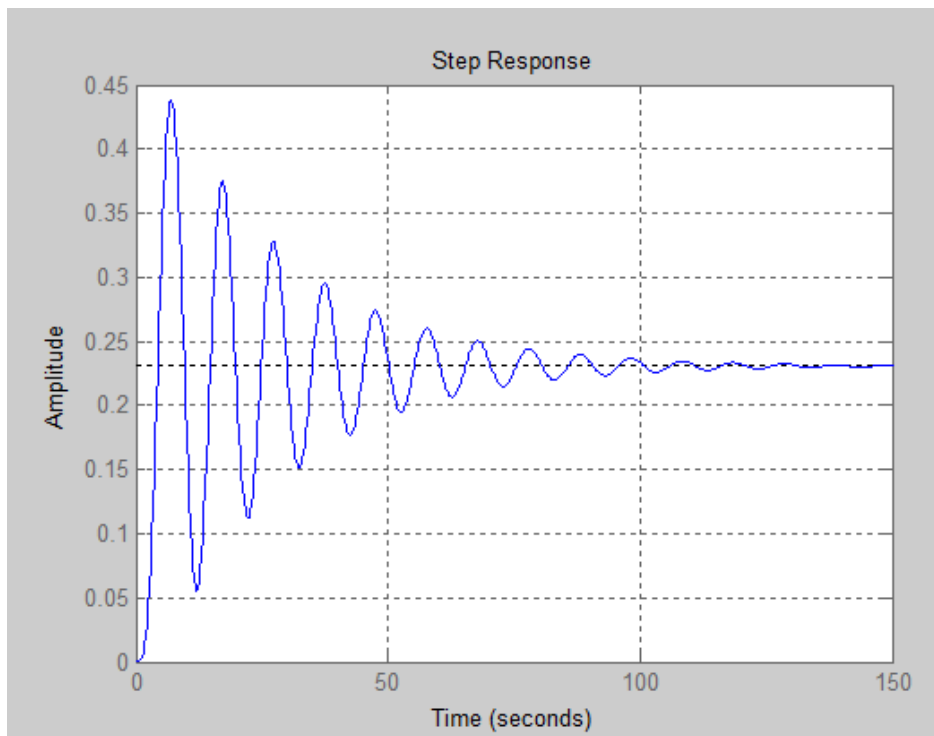



Рисунок 9 – Временные и частотные характеристики модели (М-файла)

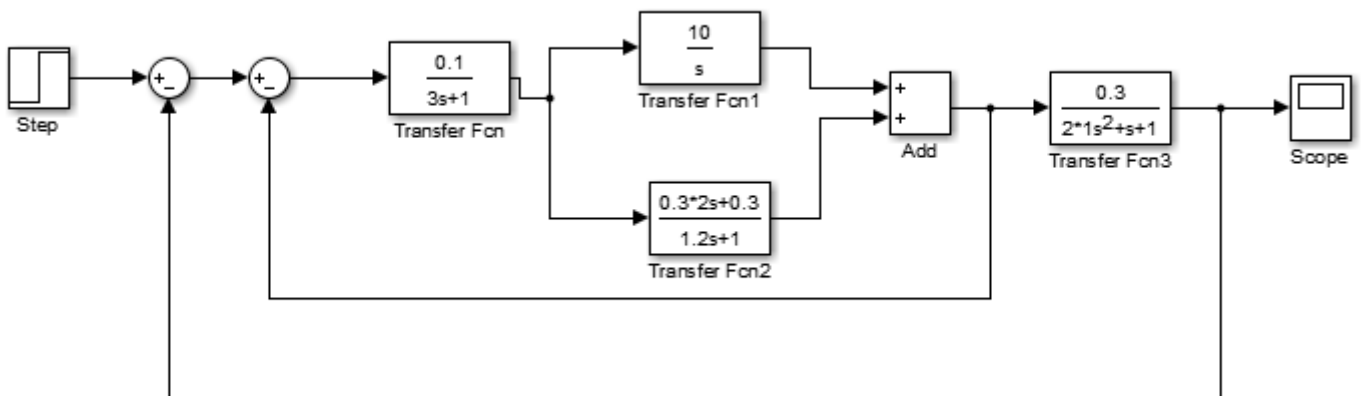


Рисунок 10 – Модель в Simulink

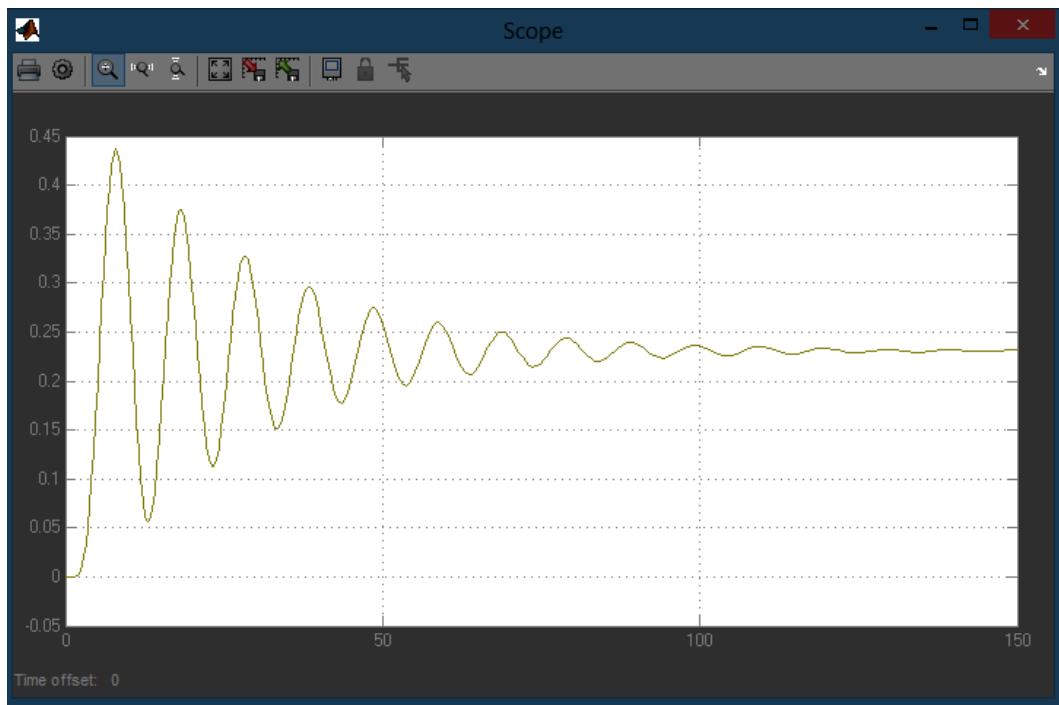


Рисунок 11 – Временные и частотные характеристики модели (Simulink)

Вывод: Получили навыки моделирования САУ с использованием М-файлов и в пакете Simulink, научились применять функции пакета **Control System Toolbox** для анализа моделей САУ, выполнять графическую интерпретацию полученных результатов.