

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»**

Электротехнический факультет  
Кафедра «Микропроцессорных средств автоматизации»

## **Отчет по лабораторной работе №1**

по дисциплине «Теория автоматического управления»

на тему «Экспериментальное исследование динамических характеристик  
типовых звеньев систем управления»

Выполнил студент  
гр. \_ (Фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Проверил:  
Канд. техн. наук. Доцент каф. «Микропроцессорные средства автоматизации»  
(должность руководителя, кафедра)

(Ф.И.О. руководителя)

\_\_\_\_\_  
(оценка)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата)

**Пермь 2021**

**Цель работы:** Изучение методики проведения исследований моделей объектов САУ в интегрированной среде MATLAB / Simulink. Приобретение

навыков проведения исследований путём определения временных и частотных характеристик типовых звеньев систем автоматического управления. Изучение динамических свойств типовых звеньев: апериодических звеньев 1-го и 2-го порядков, колебательного, идеального и реального интегрирующих и дифференцирующих звеньев, звена чистого запаздывания, неминимально - фазового звена.

**Исходные данные:**

Коэффициент **K=1.22**

Исследуемые функции с учетом коэффициента:

1. Резервуар (16):  $W(p) = \frac{1}{11.619 * P + 0.317}$ ;
2. Двигатель и вентиль (31):  $W(p) = \frac{1}{0.2033 * p^2 + 2.033 * p + 16.666}$ ;

**Часть 1 *Определение переходных характеристик типовых динамических звеньев САУ.***

Строим в среде Simulink модель для определения переходных характеристик выбранных звеньев и сохраняем полученные графики.

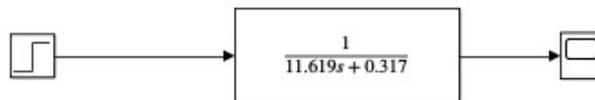


Рисунок 1.1 Схема звена «Резервуар»

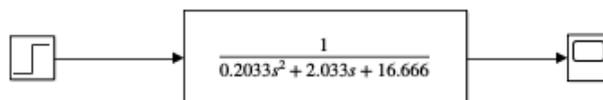


Рисунок 1.2 Схема звена «Двигатель и вентиль»

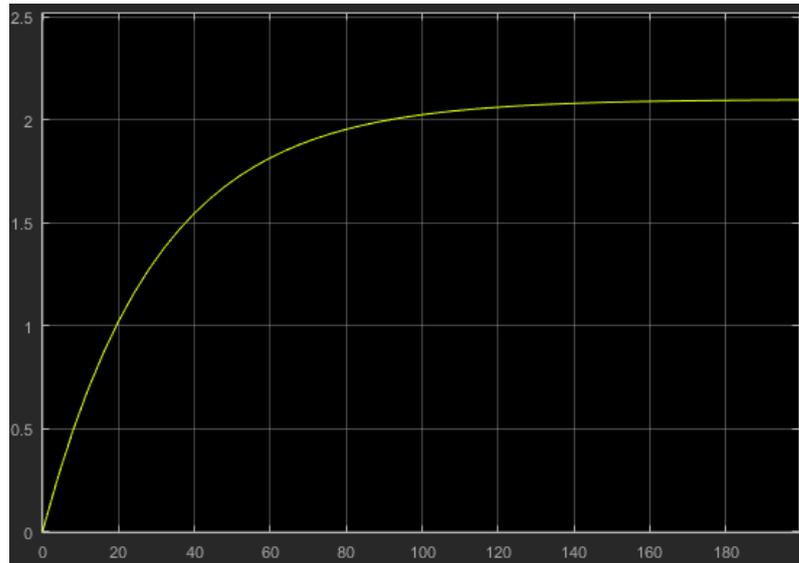


Рисунок 1.3 -График переходной характеристики звена «Резервуар»

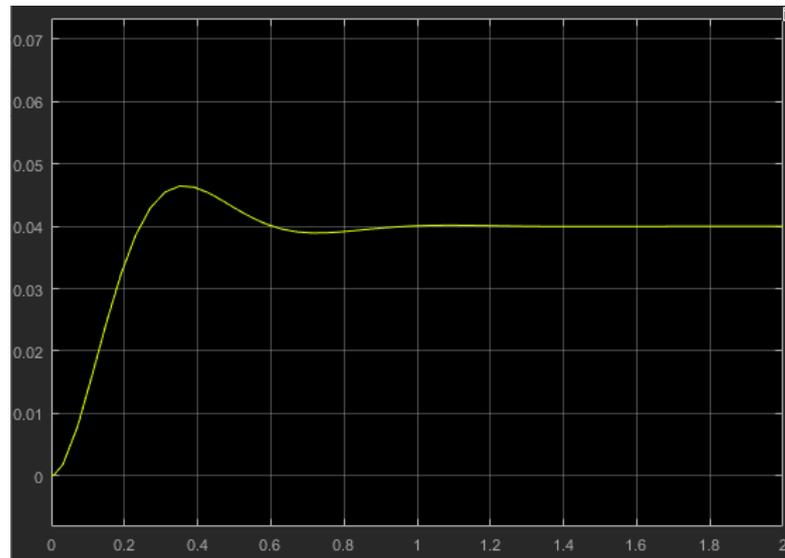


Рисунок 1.4 - График переходной характеристики звена «Двигатель и вентиль»

Скрипт для определения импульсной переходной характеристики

```
t=[0:0.01:300];
num=[1];den=[11.619 0.317];
sys=tf(num,den);
[y,T]=impz(sys,t);
%
plot(t,y)
xlabel('t'),ylabel('k(t)')
title('Imp.pereh.har.')
grid
```

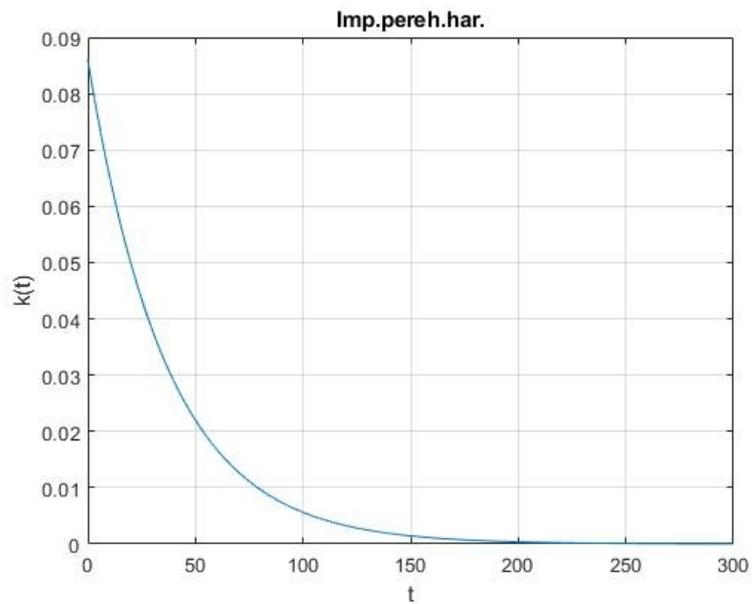


Рисунок 1.5 - График импульсной характеристики звена «Резервуар»

```
t=[0:0.01:5];
num=[1];den=[0.2033 2.033 16.666];
sys=tf(num,den);
[y,T]=impz(sys,t);
%
plot(t,y)
xlabel('t'),ylabel('k(t)')
title('Imp.pereh.har.')
grid
```

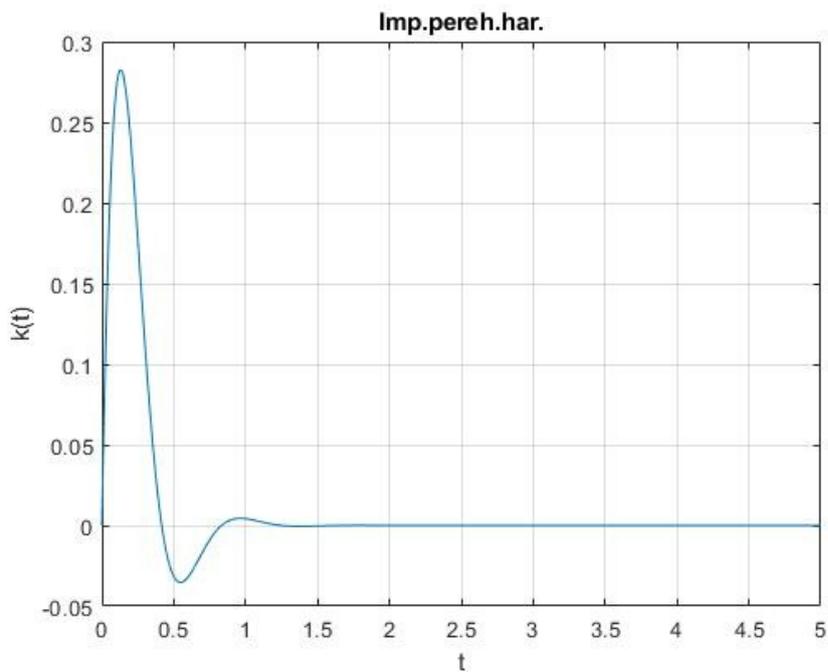


Рисунок 1.6 - График импульсной характеристики звена «Двигатель и вентиль»

## Часть 2 Определение частотных характеристик типовых динамических звеньев САУ.

2.1 Вычислить значения модуля и фазы для заданной величины частоты по известной передаточной функции звена.

### Скрипт для звена «Резервуар»:

```
% Вычисление модуля и фазы
%
% Задайте величину частоты
w=5;
num=[1];den=[11.619 0.317];
G=tf(num,den);
Gj3=evalfr(G,1i*w);
magGj3=abs(Gj3);
phaseGj3=angle(Gj3)*180/pi;
```

### Полученные значения:

magGj3 = 0.0172

phaseGj3 = -89.687

### Для звена «Двигатель и вентиль»:

```
% Вычисление модуля и фазы
%
% Задайте величину частоты
w=5;
num=[1];den=[0.2033 2.033 16.666];
G=tf(num,den);
Gj3=evalfr(G,1i*w);
magGj3=abs(Gj3);
phaseGj3=angle(Gj3)*180/pi;
```

### Полученные значения:

magGj3 = 0.0649

phaseGj3 = -41.268

2.2 Определите АЧХ заданных звеньев

### Скрипт для звена «Резервуар»:

```
%ОпределениеАЧХ
w=logspace(-1,1);
num=[1];den=[11.619 0.317];
Wjomega=freqs(num,den,w);
Wmag=abs(Wjomega);
plot(w,Wmag);
title('Frequency Response of W(p)')
```

```
xlabel('omega')
ylabel('|W(j*omega)|')
grid
```

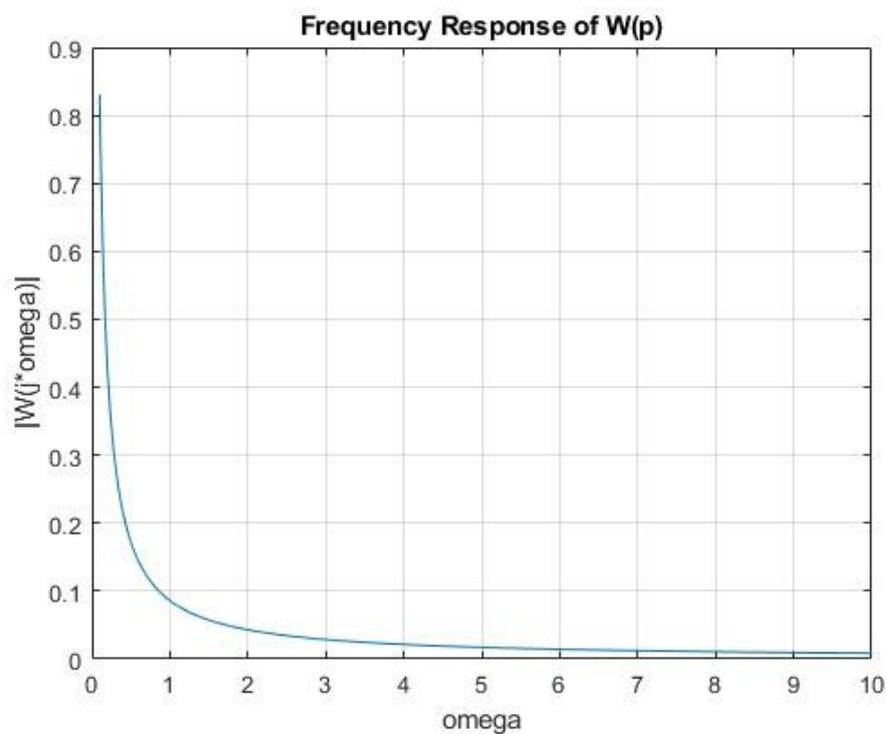


Рисунок 2.1 График АЧХ звена «Резервуар»

**Для звена «Двигатель и вентиль»:**

```
w=logspace(-1,2);
num=[1];den=[0.2033 2.033 16.666];
Wjomega=freqs(num,den,w);
Wmag=abs(Wjomega);
plot(w,Wmag);
title('Frequency Response of W(p)')
xlabel('omega')
ylabel('|W(j*omega)|')
grid
```

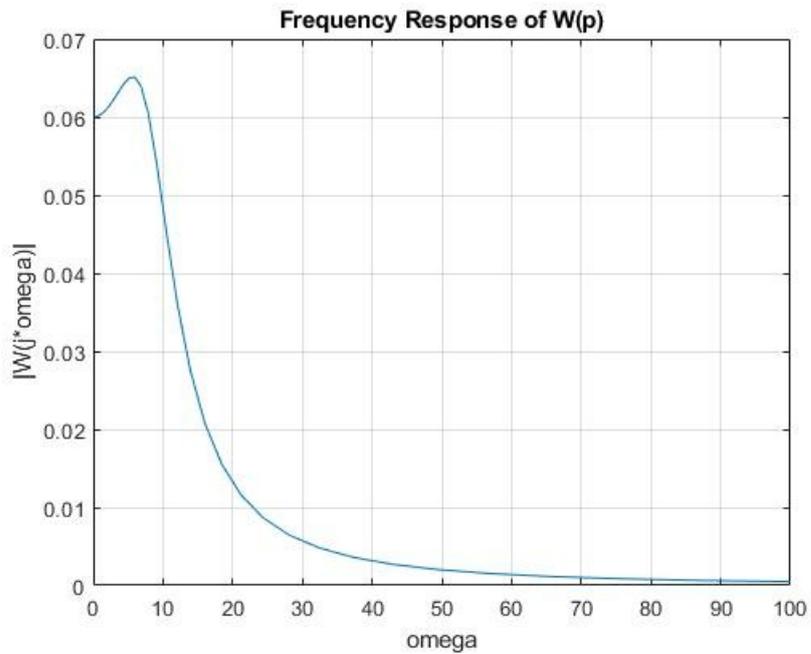


Рисунок 2.2 График АЧХ звена «Двигатель и вентиль»

### 2.3. Определите ФЧХ заданных звеньев

#### Скрипт для звена «Резервуар»:

```
% Определение ФЧХ
w=logspace(-1,1);
num=[1];den=[11.619 0.317];
Wjomega=freqs(num,den,w);
Wphase=angle(Wjomega)*180/pi;
plot(w,Wphase)
title('Frequency Response of W(p)')
xlabel('omega')
ylabel('phase')
grid
```

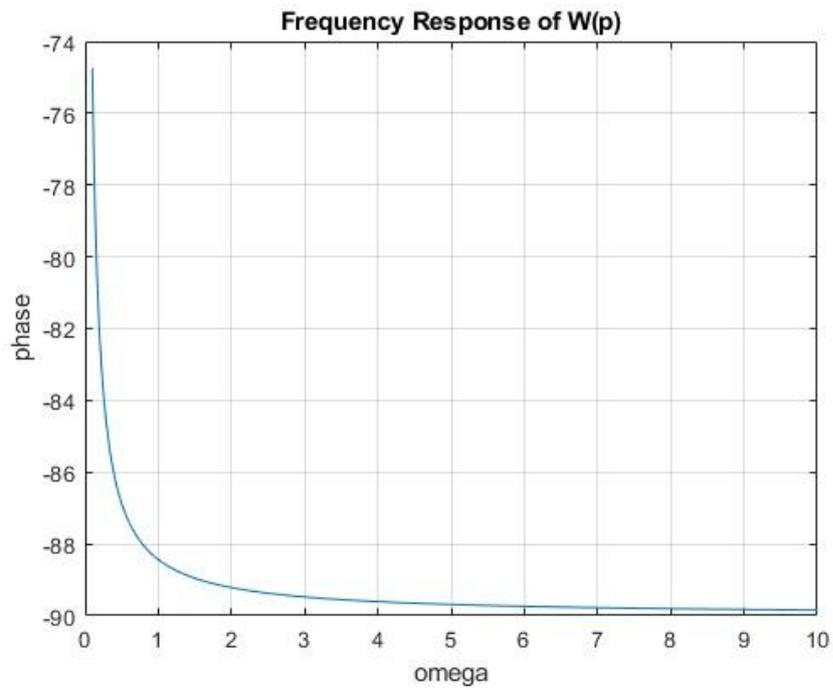


Рисунок 2.3 График ФЧХ звена «Резервуар»

**Для звена «Двигатель и вентиль»:**

**%ОпределениеФЧХ**

w=logspace(-1,2);

num=[1];den=[0.2033 2.033 16.666];

Wjomega=freqs(num,den,w);

Wphase=angle(Wjomega)\*180/pi;

plot(w,Wphase)

title('Frequency Response of W(p)')

xlabel('omega')

ylabel('phase')

grid

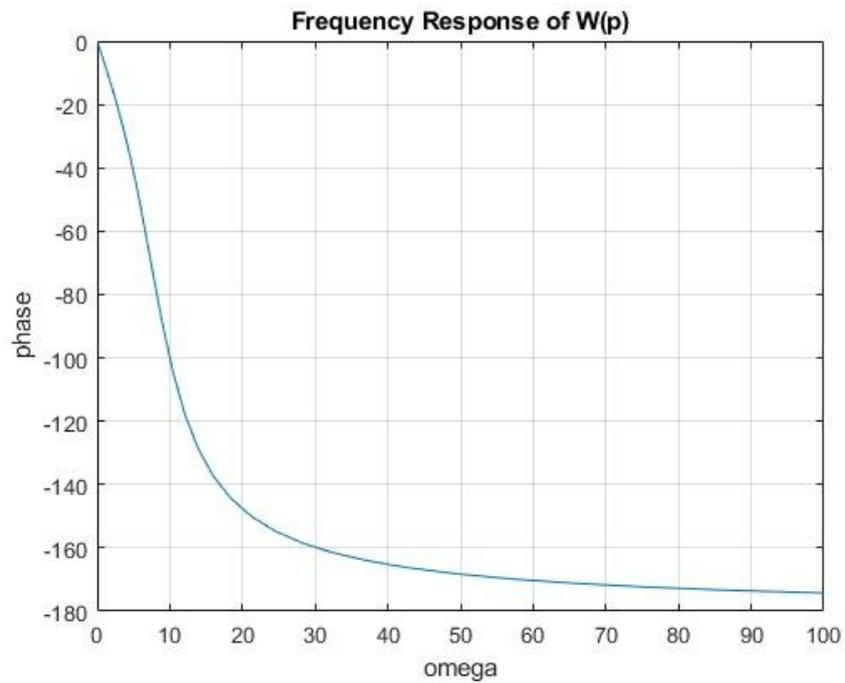


Рисунок 2.4 График ФЧХ звена «Двигатель и вентиль»

**2.4. Определите АФХ заданных звеньев**

**Скрипт для звена «Резервуар»:**

```
num=[1];den=[11.619 0.317];
sys=tf(num,den);
nyquist(sys)
```

**Для звена «Двигатель и вентиль»:**

**%Определение АФХ**

```
num=[1];den=[0.2033 2.033 16.666];
sys=tf(num,den);
nyquist(sys)
```

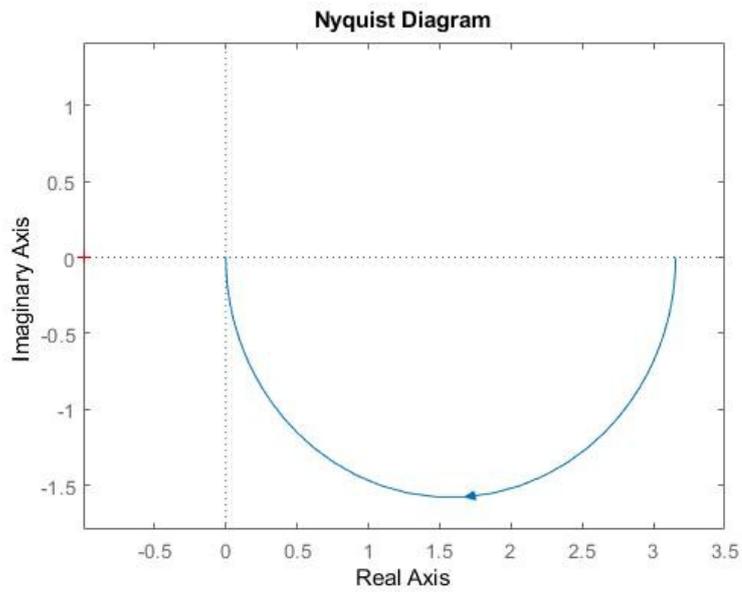


Рисунок 2.5 График АФХ звена «Резервуар»

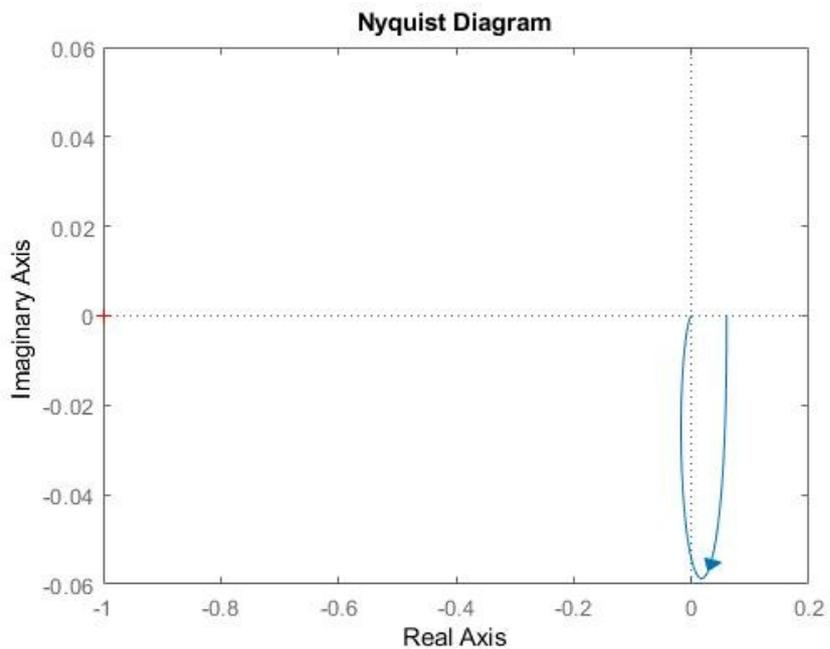


Рисунок 2.6 График АФХ звена «Двигатель и вентиль»

**2.5. Постройте ЛЧХ исследуемых звеньев**

**Скрипт для звена «Резервуар»:**

```
% Построение ЛЧХ
num=[1];
den=[11.619 0.317];
sys=tf(num,den);
bode(sys)
```

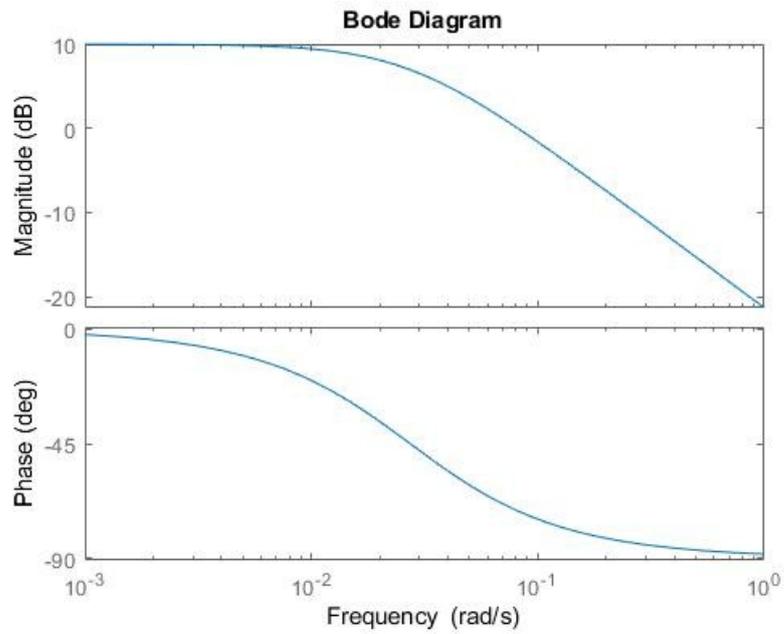


Рисунок 2.7 График ЛЧХ звена «Резервуар»

**Для звена «Двигатель и вентиль»:**

```
% Построение ЛЧХ
num=[1];
den=[0.2033 2.033 16.666];
sys=tf(num,den);
bode(sys)
```

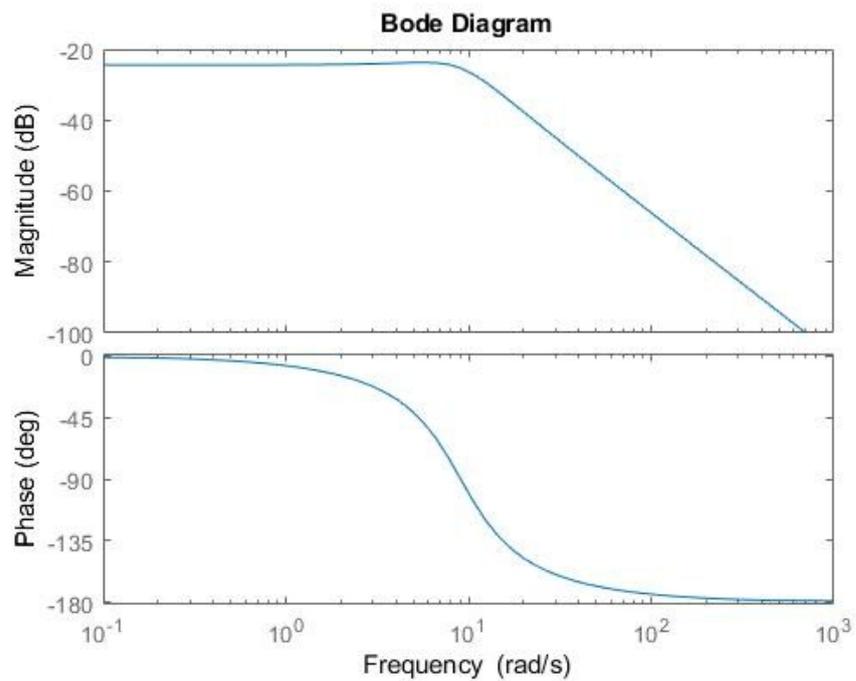


Рисунок 2.7 График ЛЧХ звена «Двигатель и вентиль»

## Часть 3 Исследование объекта 3-го порядка с использованием модуля

### LTIViewer в MatLab.

Исследуем различные функции и возможности модуля с помощью КОНСОЛЬНЫХ КОМАНД.

```
clearall
clc
num= [3.1 3.15 1.25]
den= [1 1.1 1.2 0.12]
W = tf( num, den )
[bi,ai] = tfdata( W, 'v' )
z = zero ( W )
p = pole ( W )
K= dcgain( W )
wb = bandwidth ( W )
Wss = ss( W );
Wss.d = 1
K1 = dcgain( Wss )
wb = bandwidth ( W )
Wss = ss( W )
Wss.d = 1
K1 = dcgain( Wss )
Wzp = zpk( W )
pzmap ( W )
[wc,ksi,p] = damp ( W )
ltiview
w = logspace(-1, 2, 100)
g= freqresp( W, w )
g= g(:)
semilogx ( w, abs(g) )
t=[0:0.1:25]
[u,t] = gensig('square',5)
lsim (W, u, t)
```

```

>> num= [3.1 3.15 1.25]

num =

    3.1000    3.1500    1.2500

>> den= [1 1.1 1.2 0.12]

den =

    1.0000    1.1000    1.2000    0.1200

>> W = tf ( num, den )

W =

    3.1 s^2 + 3.15 s + 1.25
-----
    s^3 + 1.1 s^2 + 1.2 s + 0.12

Continuous-time transfer function.

```

Рисунок 3.1 Результаты некоторых консольных команд

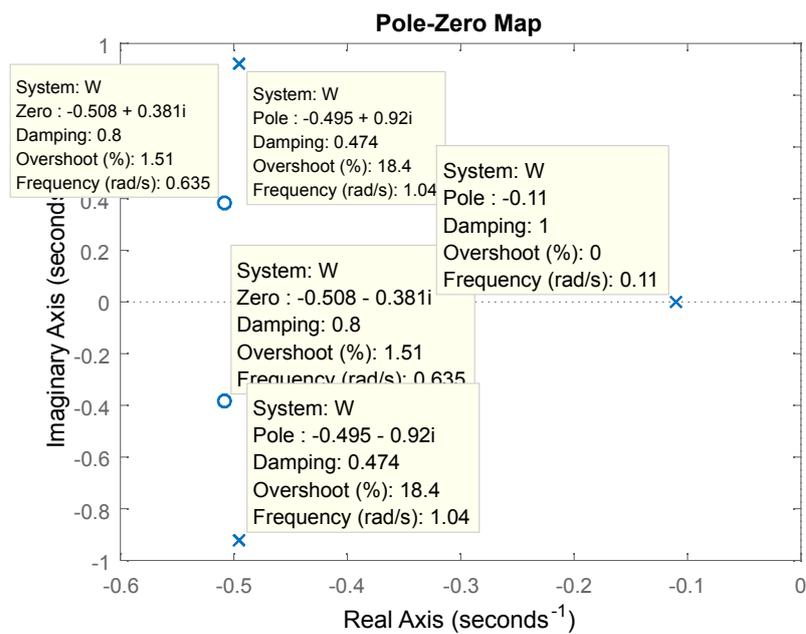


Рисунок 3.2 Расположение нулей и полюсов на графике

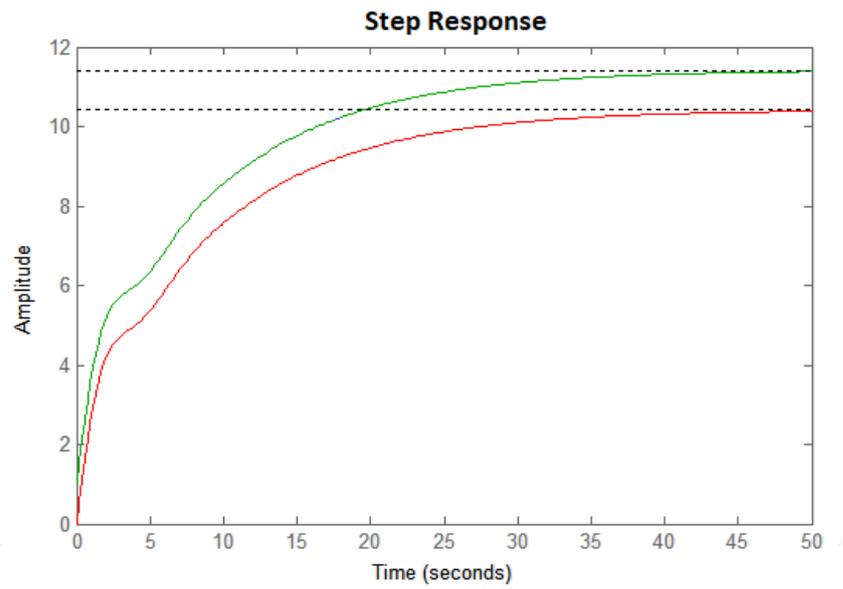


Рисунок 3.3 Переходные характеристики систем

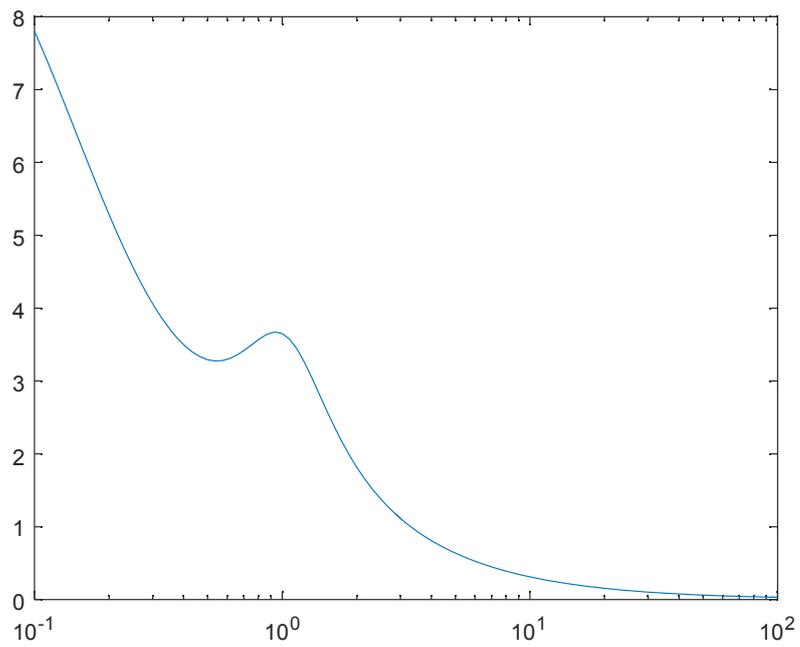


Рисунок 3.4 АЧХ с логарифмическим масштабом по оси абсцисс.

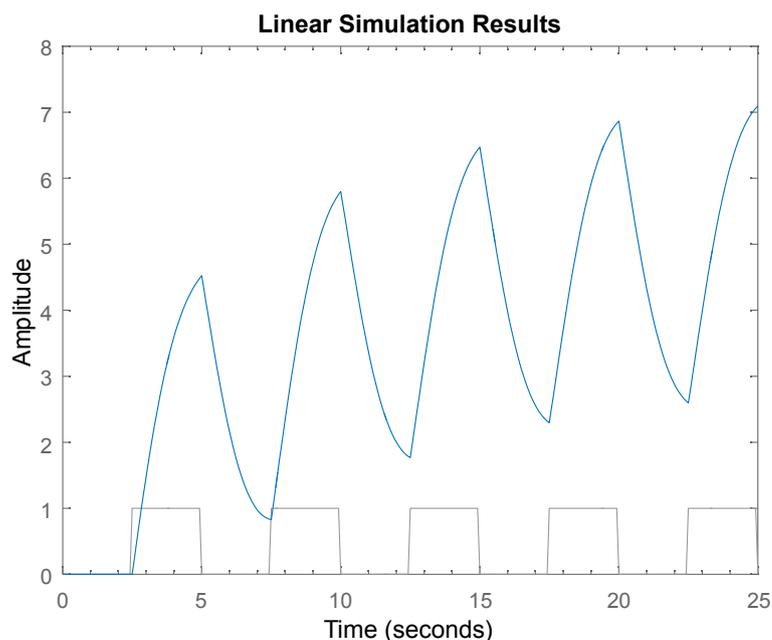


Рисунок 3.5 График выходной функции объекта

## Заключение

В ходе работы я познакомился с пакетом Matlab и средой Simulink. Получил основные навыки работы с ними: использование скриптов, построение графиков, построение схем моделей. Получены графики различных характеристик (ФЧХ, АЧХ, ЛЧХ и т.д.) для звеньев, в частности, для звена «Резервуар» и для звена «Двигатель и вентиль».