

Министерство образования Российской Федерации

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
им. Н.Э. БАУМАНА

Факультет: Информатика и системы управления
Кафедра: Информационная безопасность (ИУ8)

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Лабораторная работа №2 на тему:
«Типовые динамические звенья систем автоматического регулирования»

Вариант 4

Преподаватель:
Чернега Е.В.

Студент:
Девяткин Е.Д.

Группа:
ИУ8-44

Репозиторий работы: <https://github.com/ledibonibell/Module04-BMT>

Москва 2024

Цель работы

Исследование переходных характеристик и динамических свойств типовых звеньев систем автоматического управления.

Порядок выполнения работы

1. Построить схемы моделирования динамических звеньев
 - 1.1. Усилительного $W_1(S)$
 - 1.2. Интегрирующего $W_2(S)$
 - 1.3. Апериодического $W_3(S)$
 - 1.4. Реального дифференцирующего $W_4(S)$
 - 1.5. Колебательного со значением $K = 2$, $T = 0.5$, $\xi = 0.4$ $W_5(S)$
 - 1.6. Колебательного со значением $K_1 = 2 \cdot K$ (сравнение $W_5(S)$ и $W_6(S)$)
 - 1.7. Колебательного со значением $T_1 = 2 \cdot T$ (сравнение $W_5(S)$ и $W_7(S)$)
 - 1.8. Колебательного со значением $K = \xi / 2$ (сравнение $W_5(S)$ и $W_8(S)$)
 - 1.9. Консервативного ($E = 0$, сравнение $W_5(S)$ и $W_9(S)$)
2. Осуществить моделирования и снять переходные характеристики типовых динамических звеньев
3. Сделать выводы о влиянии параметров на характеристики колебательного звена
4. Анализ результатов моделирования

Ход Работы

Усилительное звено

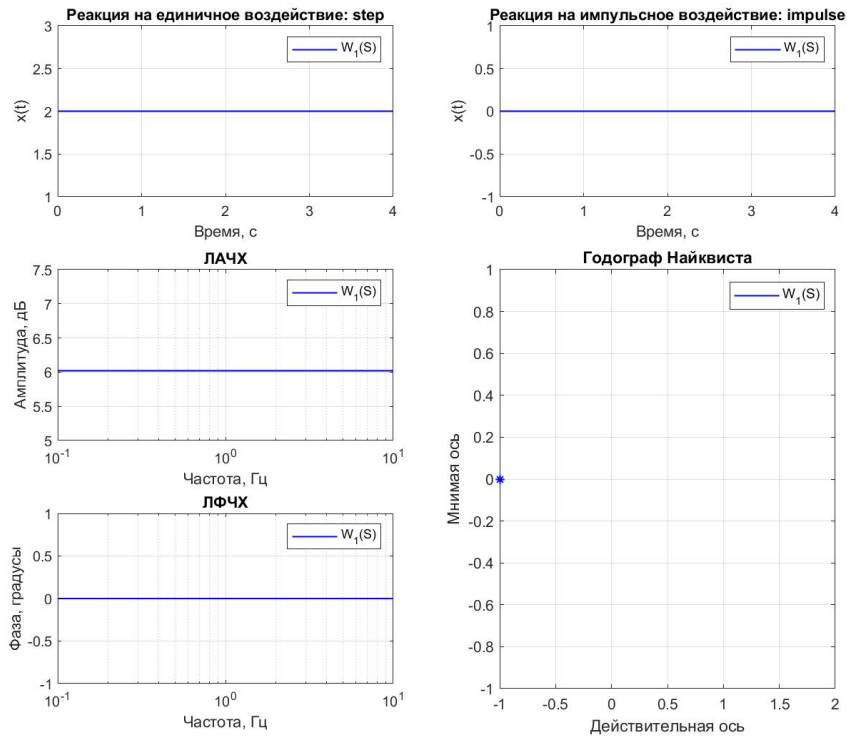


Рис. 1 - Усилительное звено

Интегрирующее звено

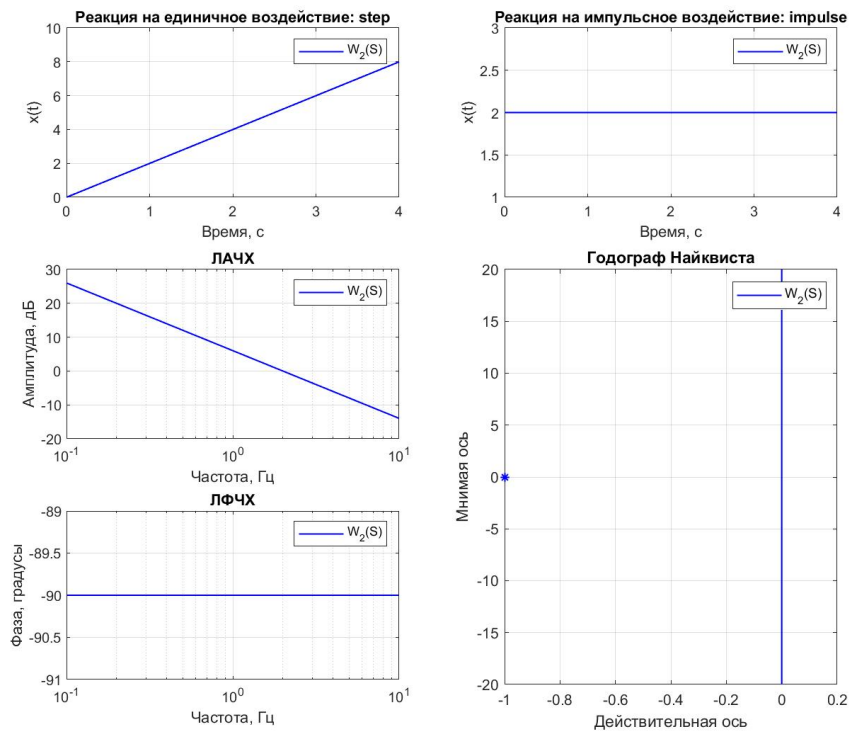


Рис. 2 - Интегрирующее звено

Апериодическое звено

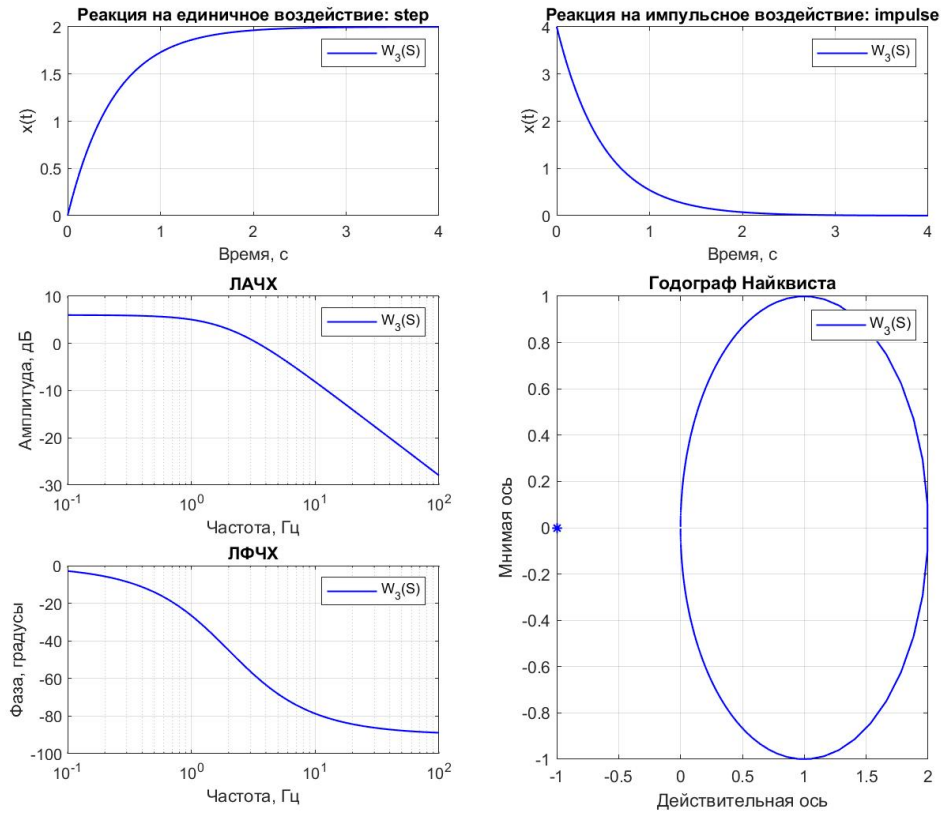


Рис. 3 - Апериодическое звено

Реальное дифференцирующее звено 1-го порядка

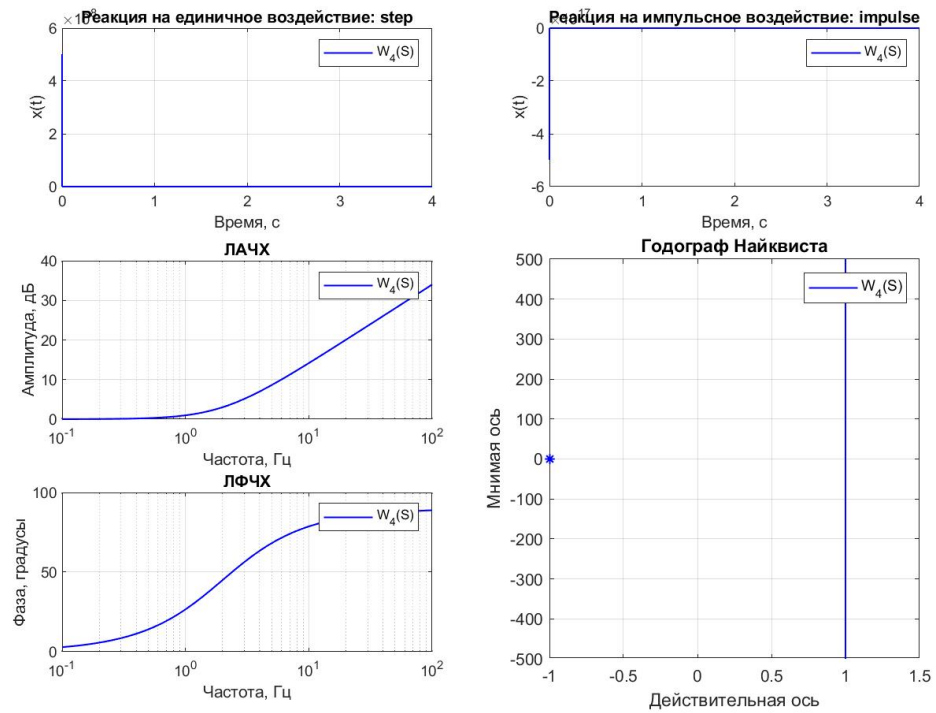


Рис. 4 - Реальное дифференцирующее звено первого порядка

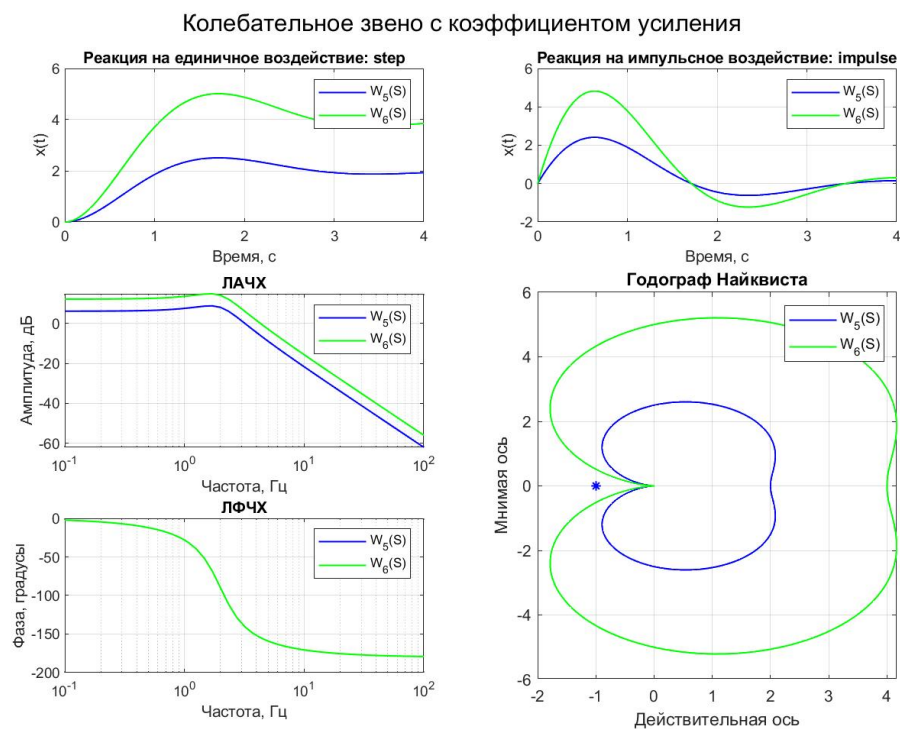


Рис. 5 - Колебательное звено. Графики переходных процессов для колебательных звеньев с разным коэффициентом усиления

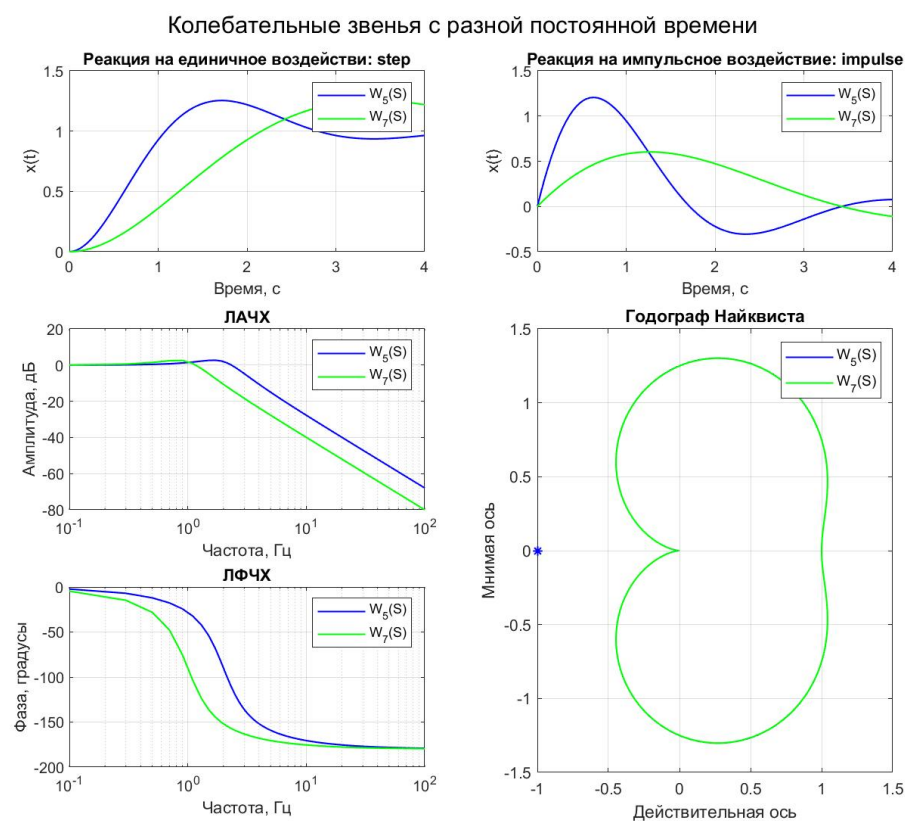


Рис. 6 - Сравнение характеристик колебательных звеньев с разной постоянной времени

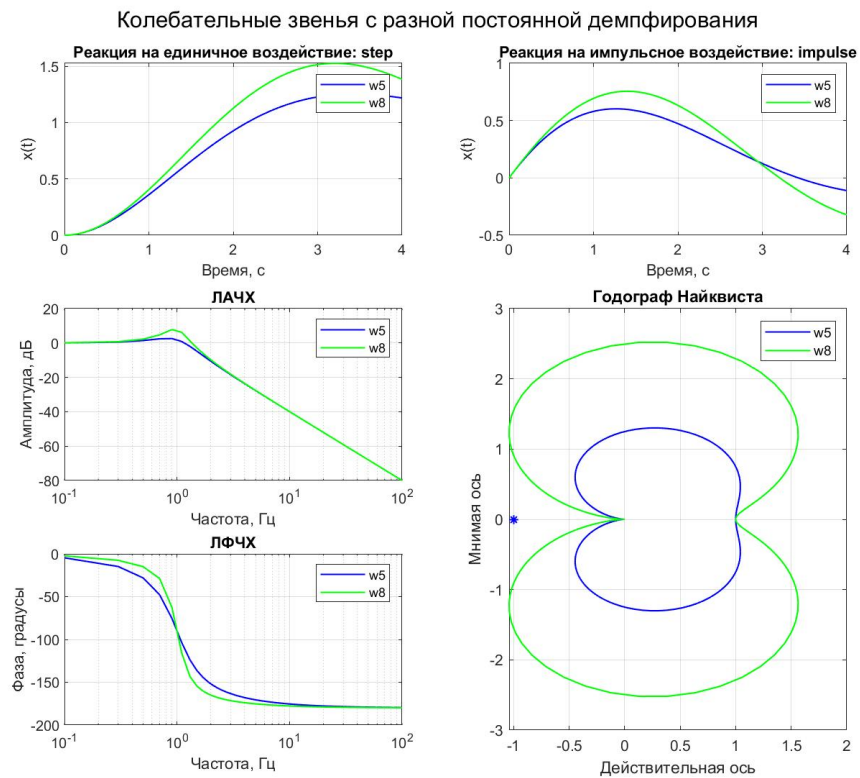


Рис. 7 - Сравнение характеристик колебательных звеньев с разным коэффициентом демпфирования

Колебательные звенья с разным коэффициентом демпфирования (консервативное звено)

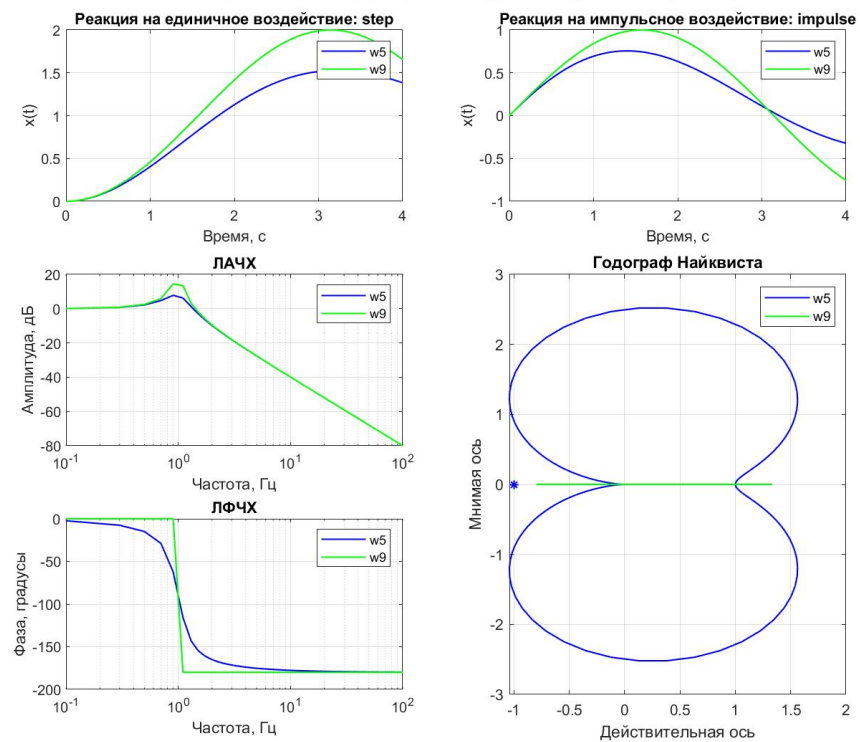


Рис. 8 - Сравнение характеристик колебательного звена и консервативного звена

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были улучшены навыки владения MatLab. Также были изучены и построены основные типы динамических звеньев.

Переходные процессы были проиллюстрированы с помощью график, с помощью которых также были сравнены различные динамические звенья.

Листинг 1

Константы

options.m:

%initial conditions

K = 2;

T = 0.5;

ksi = 0.4;

%K = 2;

%T = 0.2;

%T_1 = 0.25;

%T_2 = 0.3;

%ksi = 0.55;

Листинг 2.1

Построение графиков воздействия на единичное (step и impulse), ЛАФЧХ, а также годограф Найквиста для усилительного звена.

```
w1 = tf(K, 1);
lable_name = 'W_1(S)';

figure('position', [400, 200, 900, 750])
t = tiledlayout(3, 4);
title(t, "Усилительное звено");

% Реакция на единичное воздействие: step
subplot(3, 2, 1);

[y1, tOut] = step(w1, 4);
plot(tOut, y1, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name)
title('Реакция на единичное воздействие: step')
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% Реакция на единичное воздействие: impulse
subplot(3, 2, 2);

[y1, tOut] = impulse(w1, 4);
plot(tOut, y1, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name);
title('Реакция на единичное воздействие: impulse');
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% ЛАФЧХ
subplot(3, 2, 3);

[mag, ph, wout] = bode(w1);
mag = squeeze(mag);
semilogx(wout, mag2db(abs(mag)), 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on
```

```
legend(lable_name);  
title('ЛАЧХ');  
ylabel('Амплитуда, дБ');  
xlabel('Частота, Гц');
```

```
% ЛФЧХ  
subplot(3, 2, 5);
```

```
[mag, phase, wout] = bode(w1);  
phase = squeeze(phase);  
semilogx(wout, phase, 'b-', 'LineWidth', 1);  
grid on
```

```
legend(lable_name);  
title('ЛФЧХ')  
ylabel('Фаза, градусы');  
xlabel('Частота, Гц');
```

```
% Годограф Найквиста  
subplot(3, 2, [4, 6]);
```

```
k = 1000;  
w = linspace(-k, k, 10*k);  
[re, im, wout] = nyquist(w1, w);  
re = squeeze(re);  
im = squeeze(im);  
plot(re, im, 'b-', -1, 0, 'b*', 'LineWidth', 1)  
grid on
```

```
legend(lable_name);  
title('Годограф Найквиста')  
xlabel('Действительная ось');  
ylabel('Мнимая ось');
```

```
saveas(gcf, 'graphics/Усилительное звено.png');
```

Листинг 2.2

Построение графиков воздействия на единичное (step и impulse), ЛАФЧХ, а также годограф Найквиста для интегрирующего звена.

```
w2 = tf(K, [1, 0]);
lable_name = 'W_2(S)';

figure('position', [400, 200, 900, 750])
t = tiledlayout(3, 4);
title(t, "Интегрирующее звено");

% Реакция на единичное воздействие: step
subplot(3, 2, 1);

[y2, tOut] = step(w2, 4);
plot(tOut, y2, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name)
title('Реакция на единичное воздействие: step')
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% Реакция на единичное воздействие: impulse
subplot(3, 2, 2);

[y2, tOut] = impulse(w2, 4);
plot(tOut, y2, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name);
title('Реакция на единичное воздействие: impulse');
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% ЛАЧХ
subplot(3, 2, 3);

[mag, ph, wout] = bode(w2);
mag = squeeze(mag);
semilogx(wout, mag2db(abs(mag))), 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on
```

```

legend(lable_name);
title('ЛАЧХ');
ylabel('Амплитуда, дБ');
xlabel('Частота, Гц');

% ЛФЧХ
subplot(3, 2, 5);

[mag, phase, wout] = bode(w2);
phase = squeeze(phase);
semilogx(wout, phase, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name);
title('ЛФЧХ')
ylabel('Фаза, градусы');
xlabel('Частота, Гц');

% Годограф Найквиста
subplot(3, 2, [4, 6]);

k = 1000;
w = linspace(-k, k, 10*k);
[re, im, wout] = nyquist(w2, w);
re = squeeze(re);
im = squeeze(im);
plot(re, im, 'b-', -1, 0, 'b*', 'LineWidth', 1)
grid on

legend(lable_name);
title('Годограф Найквиста')
xlabel('Действительная ось');
ylabel('Мнимая ось');

saveas(gcf, 'graphics/Интегрирующее звено.png');

```

Листинг 2.3

Построение графиков воздействия на единичное (step и impulse), ЛАФЧХ, а также годограф Найквиста для апериодического звена.

```
w3 = tf(K, [T, 1]);
lable_name = 'W_3(S)';

figure('position', [400, 200, 900, 750])
t = tiledlayout(3, 4);
title(t, "Апериодическое звено");

% Реакция на единичное воздействие: step
subplot(3, 2, 1);

[y3, tOut] = step(w3, 4);
plot(tOut, y3, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name)
title('Реакция на единичное воздействие: step')
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% Реакция на единичное воздействие: impulse
subplot(3, 2, 2);

[y3, tOut] = impulse(w3, 4);
plot(tOut, y3, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name);
title('Реакция на единичное воздействие: impulse');
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% ЛАЧХ
subplot(3, 2, 3);

[mag, ph, wout] = bode(w3);
mag = squeeze(mag);
semilogx(wout, mag2db(abs(mag)), 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name);
title('ЛАЧХ');
```

```

ylabel('Амплитуда, дБ');
xlabel('Частота, Гц');

% ЛФЧХ
subplot(3, 2, 5);

[mag, phase, wout] = bode(w3);
phase = squeeze(phase);
semilogx(wout, phase, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name);
title('ЛФЧХ')
ylabel('Фаза, градусы');
xlabel('Частота, Гц');

% Годограф Найквиста
subplot(3, 2, [4, 6]);

k = 1000;
w = linspace(-k, k, 10*k);
[re, im, wout] = nyquist(w3, w);
re = squeeze(re);
im = squeeze(im);
plot(re, im, 'b-', -1, 0, 'b*', 'LineWidth', 1)
grid on

legend(lable_name);
title('Годограф Найквиста')
xlabel('Действительная ось');
ylabel('Мнимая ось');

saveas(gcf, 'graphics/Апериодическое звено.png');

```

Листинг 2.4

Построение графиков воздействия на единичное (step и impulse), ЛАФЧХ, а также годограф Найквиста для реального дифференцирующего звена 1-го порядка.

```
s = tf('s');
sys = T*s + 1;
w4 = sys*tf(1, [0.000000001 1]);
lable_name = 'W_4(S)';

figure('position', [400, 200, 900, 750])
t = tiledlayout(3, 4);
title(t, "Реальное дифференцирующее звено 1-го порядка");

% Реакция на единичное воздействие: step
subplot(3, 2, 1);

[y4, tOut] = step(w4, 4);
plot(tOut, y4, 'b-', 'LineWidth', 1);
legend(lable_name)
grid on

title('Реакция на единичное воздействие: step')
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% Реакция на единичное воздействие: impulse
subplot(3, 2, 2);

[y4, tOut] = impulse(w4, 4);
plot(tOut, y4, 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(lable_name);
title('Реакция на единичное воздействие: impulse');
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% ЛАФЧХ
subplot(3, 2, 3);

[mag, ph, wout] = bode(w4);
mag = squeeze(mag);
semilogx(wout, mag2db(abs(mag)), 'b-', 'LineWidth', 1);
grid on
```

```
legend(lable_name);  
title('ЛАЧХ');  
ylabel('Амплитуда, дБ');  
xlabel('Частота, Гц');
```

```
% ЛФЧХ  
subplot(3, 2, 5);
```

```
[mag, phase, wout] = bode(w4);  
phase = squeeze(phase);  
semilogx(wout, phase, 'b-', 'LineWidth', 1);  
grid on
```

```
legend(lable_name);  
title('ЛФЧХ')  
ylabel('Фаза, градусы');  
xlabel('Частота, Гц');
```

```
% Годограф Найквиста  
subplot(3, 2, [4, 6]);
```

```
k = 1000;  
w = linspace(-k, k, 10*k);  
[re, im, wout] = nyquist(w4, w);  
re = squeeze(re);  
im = squeeze(im);  
plot(re, im, 'b-', -1, 0, 'b*', 'LineWidth', 1)  
grid on
```

```
legend(lable_name);  
title('Годограф Найквиста')  
xlabel('Действительная ось');  
ylabel('Мнимая ось');
```

```
saveas(gcf, 'graphics/Реальное дифференцирующее звено 1-го порядка.png');
```


Листинг 3.1

Построение графиков воздействия на единичное (step и impulse), ЛАФЧХ, а также годограф Найквиста для колебательных звеньев с разным коэффициентом усиления.

```
w5 = tf(K, [T^2, 2*T*ksi, 1]);
w6 = tf(2*K, [T^2, 2*T*ksi, 1]);
first_legend = 'W_5(S)';
second_legend = 'W_6(S)';

figure('position', [400, 200, 900, 750])
t = tiledlayout(3, 4);
title(t, "Колебательные звенья с разным коэффициентом усиления");

% Реакция на единичное воздействие: step
subplot(3, 2, 1);

[y5, tOut] = step(w5, 4);
y6 = step(w6, 4);
plot(tOut, y5, 'b', tOut, y6, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(first_legend, second_legend);
title('Реакция на единичное воздействие: step')
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% Реакция на единичное воздействие: impulse
subplot(3, 2, 2);

[y5, tOut] = impulse(w5, 4);
y6 = impulse(w6, 4);
plot(tOut, y5, 'b', tOut, y6, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(first_legend, second_legend);
title('Реакция на единичное воздействие: impulse');
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% ЛАЧХ
subplot(3, 2, 3);

[mag5, phase5, wout] = bode(w5);
mag5 = squeeze(mag5);
```

```

[mag6, phase6, wout] = bode(w6);
mag6 = squeeze(mag6);
semilogx(wout, mag2db(abs(mag5)), 'b', wout, mag2db(abs(mag6)), 'g',
'LineWidth', 1);
grid on

legend(first_legend, second_legend);
title('ЛАЧХ');
ylabel('Амплитуда, дБ');
xlabel('Частота, Гц');

% ЛФЧХ
subplot(3, 2, 5);

[mag5, phase5, wout] = bode(w5);
phase5 = squeeze(phase5);
[mag6, phase6, wout] = bode(w6);
phase6 = squeeze(phase6);
semilogx(wout, phase5, 'b', wout, phase6, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(first_legend, second_legend);
title('ЛФЧХ');
ylabel('Фаза, градусы');
xlabel('Частота, Гц');

% Годограф Найквиста
subplot(3, 2, [4, 6]);

k = 1000;
w = linspace(-k, k, 100*k);
[re5, im5, wout] = nyquist(w5, w);
re5 = squeeze(re5);
im5 = squeeze(im5);
[re6, im6, wout] = nyquist(w6, w);
re6 = squeeze(re6);
im6 = squeeze(im6);
plot(re5, im5, 'b', re6, im6, 'g', -1, 0, 'b*', 'LineWidth', 1)
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('Годограф Найквиста')
xlabel('Действительная ось');
ylabel('Мнимая ось');

saveas(gcf, 'graphics/Колебательное звено с коэффициентом усиления.png');

```

Листинг 3.2

Построение графиков воздействия на единичное (step и impulse), ЛАФЧХ, а также годограф Найквиста для колебательных звеньев с разной постоянной времени.

```
w5 = tf(1, [T^2, 2*T*ksi, 1]);
T = T*2;
w7 = tf(1, [T^2, 2*T*ksi, 1]);
first_legend = 'W_5(S)';
second_legend = 'W_7(S)';

figure('position', [400, 200, 900, 750])
t = tiledlayout(3, 4);
title(t, "Колебательные звенья с разной постоянной времени");

% Реакция на единичное воздействие: step
subplot(3, 2, 1);

[y5, tOut] = step(w5, 4);
y7 = step(w7, 4);
plot(tOut, y5, 'b', tOut, y7, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(first_legend, second_legend);
title('Реакция на единичное воздействие: step')
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% Реакция на единичное воздействие: impulse
subplot(3, 2, 2);

[y5, tOut] = impulse(w5, 4);
y7 = impulse(w7, 4);
plot(tOut, y5, 'b', tOut, y7, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(first_legend, second_legend);
title('Реакция на единичное воздействие: impulse');
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% ЛАФЧХ
subplot(3, 2, 3);

k = 100;
```

```

t = linspace(-k, k, 10*k);
[mag5, phase5, wout] = bode(w5, t);
mag5 = squeeze(mag5);
[mag7, phase7, wout] = bode(w7, t);
mag7 = squeeze(mag7);
semilogx(wout, mag2db(abs(mag5)), 'b', wout, mag2db(abs(mag7)), 'g',
'LineWidth', 1);
grid on

```

```

legend(first_legend, second_legend);
title('ЛАЧХ');
ylabel('Амплитуда, дБ');
xlabel('Частота, Гц');

```

```

% ЛФЧХ
subplot(3, 2, 5);
[mag5, phase5, wout] = bode(w5, t);
phase5 = squeeze(phase5);
[mag7, phase7, wout] = bode(w7, t);
phase7 = squeeze(phase7);
semilogx(wout, phase5, 'b', wout, phase7, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('ЛФЧХ');
ylabel('Фаза, градусы');
xlabel('Частота, Гц');

```

```

% Годограф Найквиста
subplot(3, 2, [4, 6]);
t = linspace(-k, k, 100*k);
[re5, im5, wout] = nyquist(w5, t);
re5 = squeeze(re5);
im5 = squeeze(im5);
[re7, im7, wout] = nyquist(w7, t);
re7 = squeeze(re7);
im7 = squeeze(im7);
plot(re5, im5, 'b', re7, im7, 'g', -1, 0, 'b*', 'LineWidth', 1)
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('Годограф Найквиста')
xlabel('Действительная ось');
ylabel('Мнимая ось');

```

```

saveas(gcf, 'graphics/Колебательные звенья с разной постоянной
времени.png');

```

Листинг 3.3

Построение графиков воздействия на единичное (step и impulse), ЛАФЧХ, а также годограф Найквиста для колебательных звеньев с разным коэффициентом демпфирования.

```
w5 = tf(1, [T^2, 2*T*ksi, 1]);  
ksi = ksi / 2;  
w8 = tf(1, [T^2, 2*T*ksi, 1]);  
first_legend = 'w5';  
second_legend = 'w8';
```

```
figure('position', [400, 200, 900, 750])  
t = tiledlayout(3, 4);  
title(t, "Колебательные звенья с разным коэффициентом демпфирования");
```

```
% Реакция на единичное воздействие: step  
subplot(3, 2, 1);
```

```
[y5, tOut] = step(w5, 4);  
y8 = step(w8, 4);  
plot(tOut, y5, 'b', tOut, y8, 'g', 'LineWidth', 1);  
grid on
```

```
legend(first_legend, second_legend);  
title('Реакция на единичное воздействие: step')  
xlabel('Время, с');  
ylabel('x(t)');
```

```
% Реакция на единичное воздействие: impulse  
subplot(3, 2, 2);
```

```
[y5, tOut] = impulse(w5, 4);  
y8 = impulse(w8, 4);  
plot(tOut, y5, 'b', tOut, y8, 'g', 'LineWidth', 1);  
grid on
```

```
legend(first_legend, second_legend);  
title('Реакция на единичное воздействие: impulse');  
xlabel('Время, с');  
ylabel('x(t)');
```

```
% ЛАЧХ  
subplot(3, 2, 3);
```

```
k = 100;
```

```

t = linspace(-k, k, 10*k);
[mag5, phase5, wout] = bode(w5, t);
mag5 = squeeze(mag5);
[mag8, phase8, wout] = bode(w8, t);
mag8 = squeeze(mag8);
semilogx(wout, mag2db(abs(mag5)), 'b', wout, mag2db(abs(mag8)), 'g',
'LineWidth', 1);
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('ЛАЧХ');
ylabel('Амплитуда, дБ');
xlabel('Частота, Гц');

% ЛФЧХ
subplot(3, 2, 5);
[mag5, phase5, wout] = bode(w5, t);
phase5 = squeeze(phase5);
[mag8, phase8, wout] = bode(w8, t);
phase8 = squeeze(phase8);
semilogx(wout, phase5, 'b', wout, phase8, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('ЛФЧХ');
ylabel('Фаза, градусы');
xlabel('Частота, Гц');

% Годограф Найквиста
subplot(3, 2, [4, 6]);

t = linspace(-k, k, 100*k);
[re5, im5, wout] = nyquist(w5, t);
re5 = squeeze(re5);
im5 = squeeze(im5);
[re8, im8, wout] = nyquist(w8, t);
re8 = squeeze(re8);
im8 = squeeze(im8);
plot(re5, im5, 'b', re8, im8, 'g', -1, 0, 'b*', 'LineWidth', 1)
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('Годограф Найквиста')
xlabel('Действительная ось');
ylabel('Мнимая ось');

saveas(gcf, 'graphics/Колебательные звенья с разной постоянной
демпфирования.png');

```

Листинг 3.4

Построение графиков воздействия на единичное (step и impulse), ЛАФЧХ, а также годограф Найквиста для колебательных звеньев с разным коэффициентом демпфирования (исходный и нулевой).

```
w5 = tf(1, [T^2, 2*T*ksi, 1]);
ksi = 0;
w9 = tf(1, [T^2, 2*T*ksi, 1]);
first_legend = 'w5';
second_legend = 'w9';

figure('position', [400, 200, 900, 750])
t = tiledlayout(3, 4);
title(t, "Колебательные звенья с разным коэффициентом демпфирования");
% Реакция на единичное воздействие: step
subplot(3, 2, 1);

[y5, tOut] = step(w5, 4);
y9 = step(w9, 4);
plot(tOut, y5, 'b', tOut, y9, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on

legend(first_legend, second_legend);
title('Реакция на единичное воздействие: step')
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');
% Реакция на единичное воздействие: impulse
subplot(3, 2, 2);

[y5, tOut] = impulse(w5, 4);
y9 = impulse(w9, 4);
plot(tOut, y5, 'b', tOut, y9, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('Реакция на единичное воздействие: impulse');
xlabel('Время, с');
ylabel('x(t)');

% ЛАЧХ
subplot(3, 2, 3);
k = 100;
t = linspace(-k, k, 10*k);
[mag5, phase5, wout] = bode(w5, t);
mag5 = squeeze(mag5);
[mag9, phase9] = bode(w9, t);
```

```

mag9 = squeeze(mag9);
semilogx(wout,mag2db(abs(mag5)),'b', wout,mag2db(abs(mag9)),'g',
'LineWidth', 1);
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('ЛАЧХ');
ylabel('Амплитуда, дБ');
xlabel('Частота, Гц');

% ЛФЧХ
subplot(3, 2, 5);

[mag5, phase5, wout] = bode(w5, t);
phase5 = squeeze(phase5);
[mag9, phase9] = bode(w9, t);
phase9 = squeeze(phase9);
semilogx(wout, phase5, 'b', wout, phase9, 'g', 'LineWidth', 1);
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('ЛФЧХ')
ylabel('Фаза, градусы');
xlabel('Частота, Гц');

% Годограф Найквиста
subplot(3, 2, [4, 6]);

k = 1000;
t = linspace(-k, k, 100*k);
[re5,im5] = nyquist(w5, t);
re5 = squeeze(re5);
im5 = squeeze(im5);
t = linspace(-k, k, 2*k);
[re9,im9] = nyquist(w9, t);
re9 = squeeze(re9);
im9 = squeeze(im9);
plot(re5,im5,'b', re9,im9,'g', -1, 0, 'b*', 'LineWidth', 1)
grid on
legend(first_legend, second_legend);
title('Годограф Найквиста')
xlabel('Действительная ось');
ylabel('Мнимая ось');

saveas(gcf, 'graphics/Колебательные звенья с разным коэффициентом
демпфирования.png');

```