**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

**по дисциплине**

**«УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»**

**на тему:**

**Алгебраические критерии устойчивости**

**Вариант (д,м): 26,10.**

Для построения области устойчивости САУ в пространстве ее параметров применим критерий Гурвица.

**Критерий Гурвица.**

Для устойчивости линейной непрерывной САУ необходимо и достаточно, чтобы все определители Гурвица (то есть диагональные миноры Di) имели знаки, одинаковые со знаком .

Запишем ФП для замкнутой системы:

-характеристическое уравнение замкнутой системы.

Необходимое условие устойчивости:

Согласно критерию Гурвица должны выполняться условия:



Главный определитель Гурвица:

Δ1 =1>0

Δ1 => 0

Δ2 = =>0

(T2+1)(T1-0,5T2)

T1>0,5T2

T1,T2>-1

Точка1 (6;3) –система устойчива

Точка2 (1;0,5)–система на границе устойчивости

Точка3 (0,4;0,2)- система не устойчива

**Исследуем системы на устойчивость с помощью корневого критерия.**

С помощью функции step оценим затухание переходных процессов во времени:

Замкнутые системы:

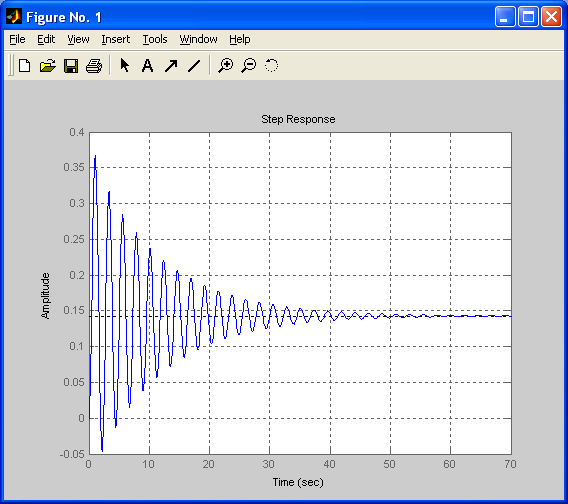
>> w1=tf([1 1],[0,5 1 4 7])

Transfer function:

1+ s

-----------------------

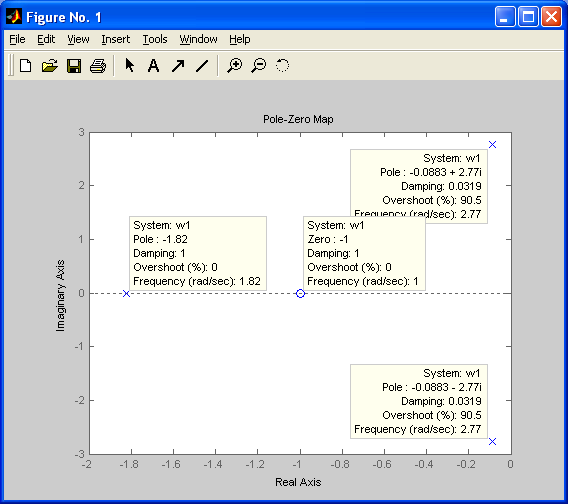
0,5 s^3 + s^2 + 4 s + 7



Переходный процесс сходящийся колебательный =>замкнутая система устойчива (Система возвращается в равновесное состояние, а значение управляемой координаты приближается к заданному).

Графически представим нули и полюсы с помощью функции pzmap.

>>pzmap(w1)



Вещественная часть корней характеристического уравнения системы отрицательная, а это необходимо и достаточно для устойчивости линейной непрерывной системы.

>> w2=tf([1 1],[0,5 1 1,5 2])

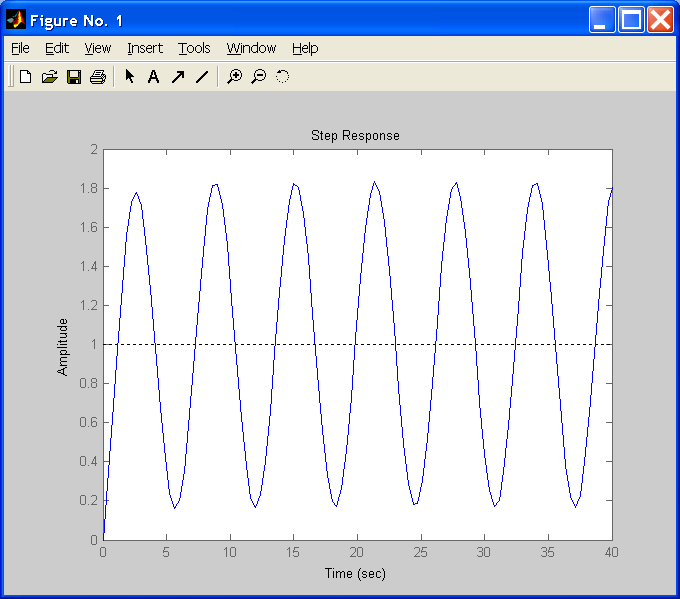
Transfer function:

1 + s

-----------------------

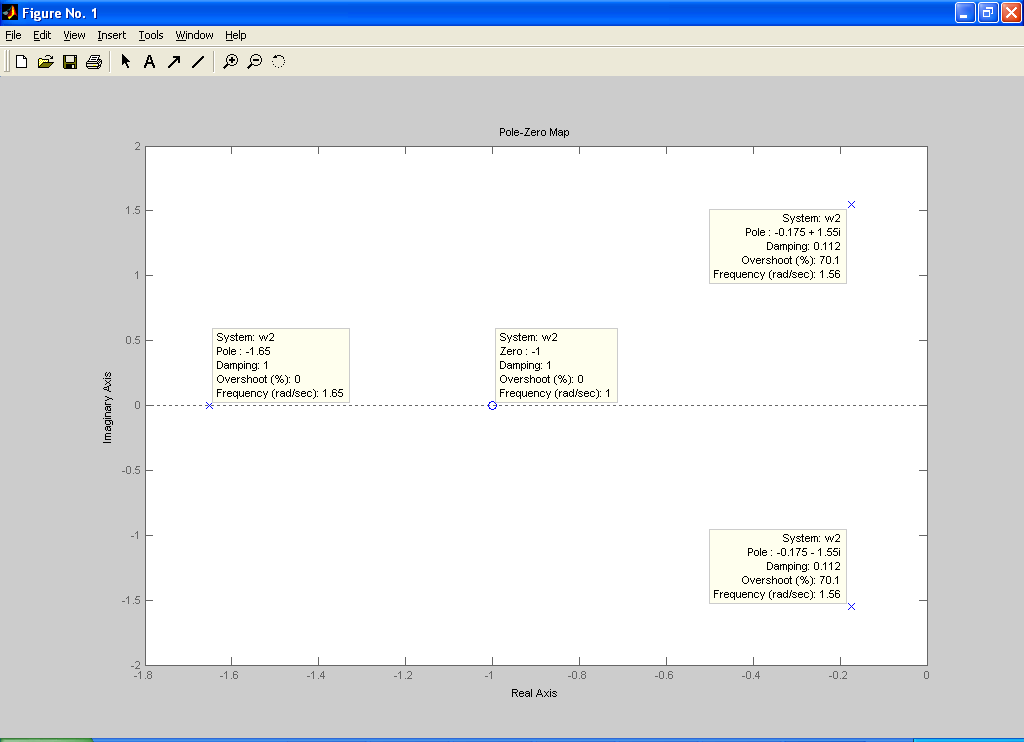
0,5 s^3 + 1 s^2 + 1,5 s + 2

>>step(w2)



В системе устанавливается периодическое движение, процесс колебательный незатухающий => замкнутая система находится на границе устойчивости.

>>pzmap(w2)



Вещественная часть корней характеристического уравнения системы стремится к 0 => САУ находится на границе устойчивости.

>> w3=tf([1 1],[ 0,5 1 0 0,5])

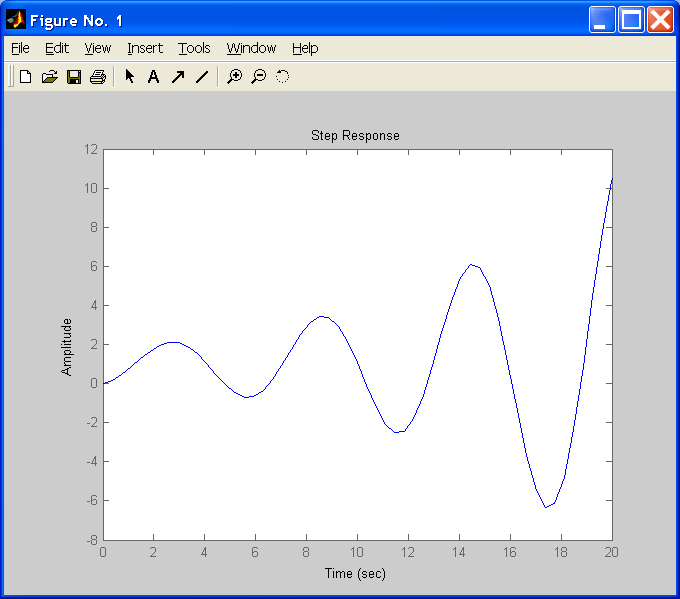
Transfer function:

1 + s

-----------------------

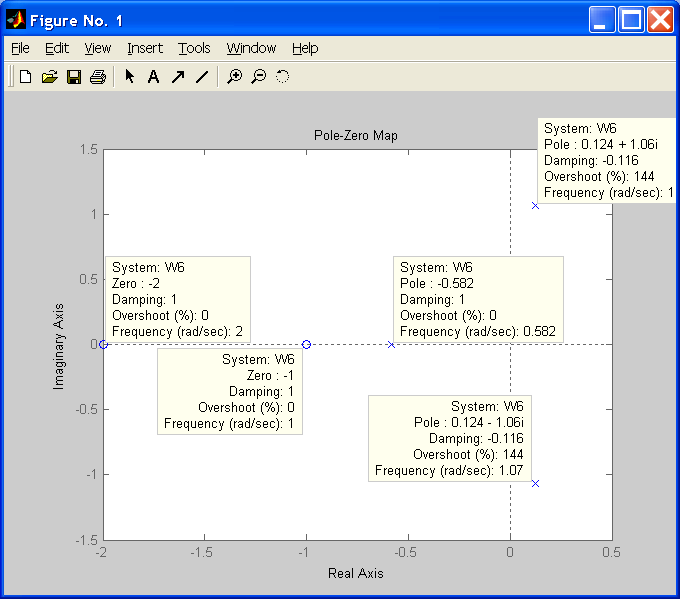
0,5 s^3 + 1 s^2 + 0,3 s + 0,5

>>step(w3)



Переходный процесс расходящийся колебательный=> замкнутая система неустойчива.

<<pzmap(w3)



Вещественная часть положительная => система неустойчива.

Разомкнутые:

>>w11=tf([1 1],[0,5 1 3 6])

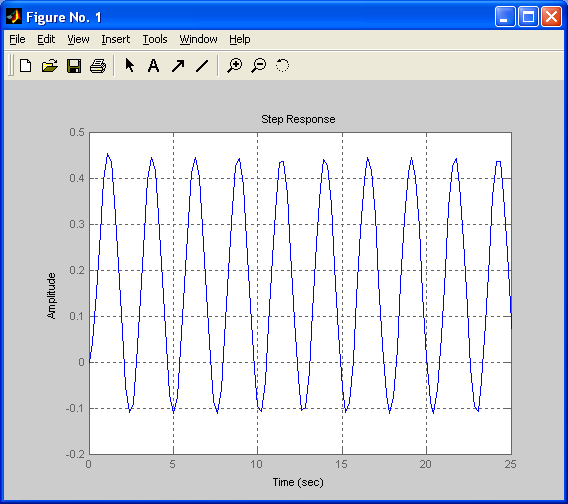
Transfer function:

1 + S

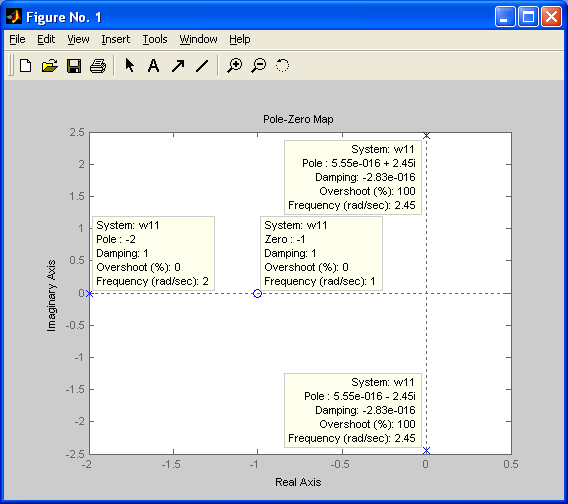
--- ---------------

0,5s^3 +1s^2 +0,5s + 6

>>step(w11)



В системе устанавливается периодическое движение, процесс колебательный незатухающий => замкнутая система находится на границе устойчивости.



>> w21=tf([1 1],[0,5 1 0,5 1])

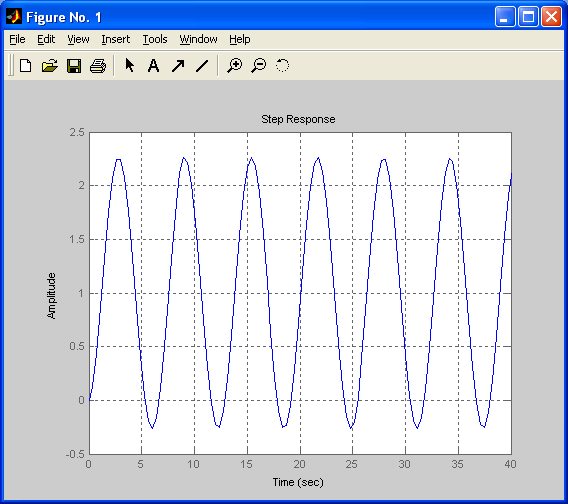
Transfer function:

1 + s

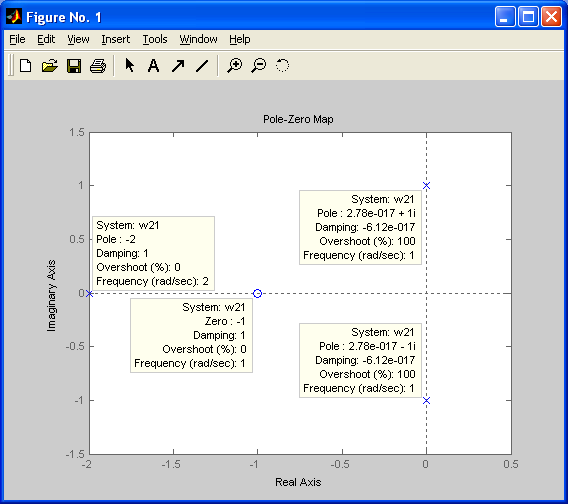
-------------------------------------

0,5 s^3+ s^2 + 0,5s+1

>>step(w21)



В системе устанавливается периодическое движение, процесс колебательный незатухающий => замкнутая система находится на границе устойчивости.



>> w31=tf([1 1],[0,5 1 0,2 0,4])

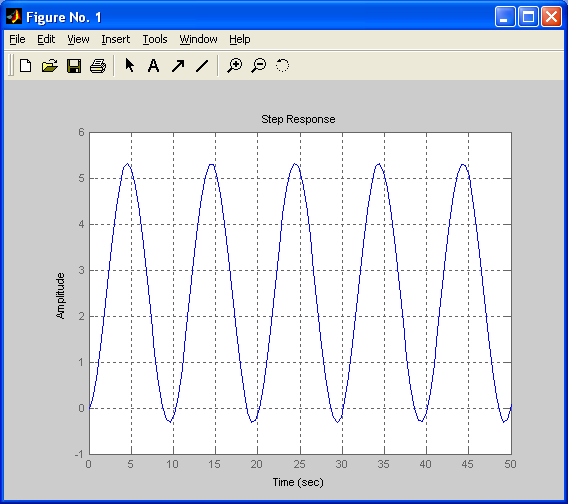
Transfer function:

1 +s

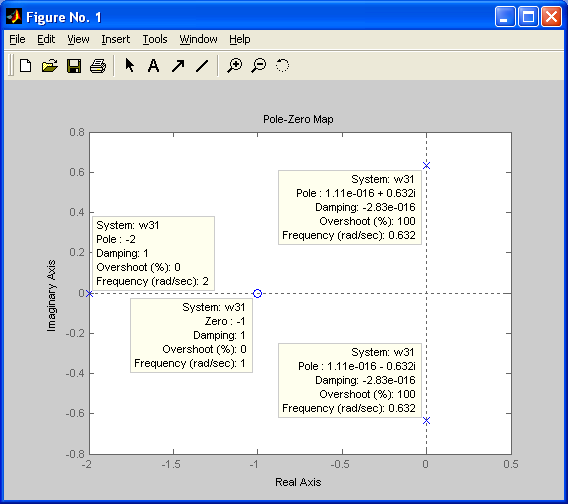
--------------------------------------

0,5 s^3+ s^2+ 0,2s+0,4

>>step(w31)



В системе устанавливается периодическое движение, процесс колебательный незатухающий => замкнутая система находится на границе устойчивости.



**Оценка устойчивости с помощью частотных критериев.**

КритерийМихайлова:

Замкнутая w1

>> CHAST=0:0.1:5;

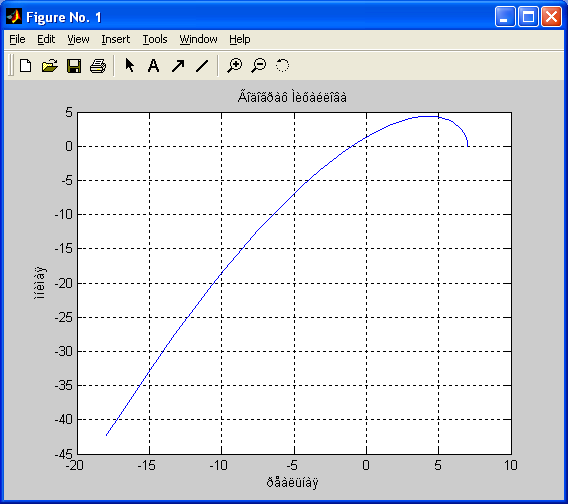
POL=[0.5 1 4 7];

xar=polyval(POL,j\*CHAST);

x=real(xar);

y=imag(xar);

plot(x,y);grid;title('Годограф Михайлова');xlabel('реальная');ylabel('мнимая')



Вектор при изменении частоты от  до повернулся, нигде не обращаясь в 0,вокруг начала координат против часовой стрелки на угол ,где n- порядок характеристического уравнения => САУ устойчива.

Замкнутая w2

>> CHAST=0:0.1:5;

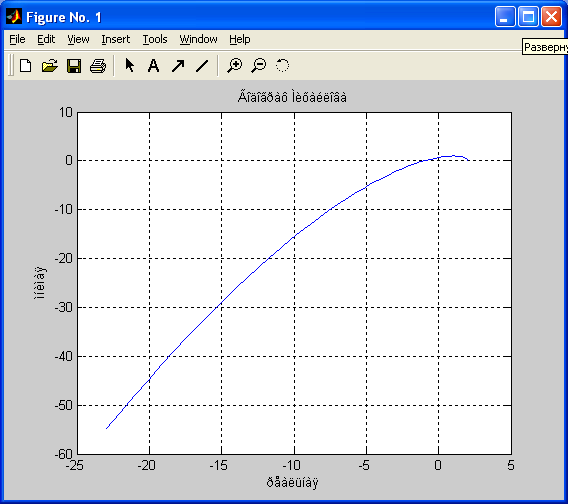
>> POL=[0.5 1 1.5 2];

>> xar=polyval(POL,j\*CHAST);

x=real(xar);

y=imag(xar);

plot(x,y);grid;title('Годограф Михайлова');xlabel('реальная');ylabel('мнимая')



Годограф проходит через начало координат=> САУ на границе устойчивости.

Замкнутая w3

>> CHAST=0:0.1:2.2;

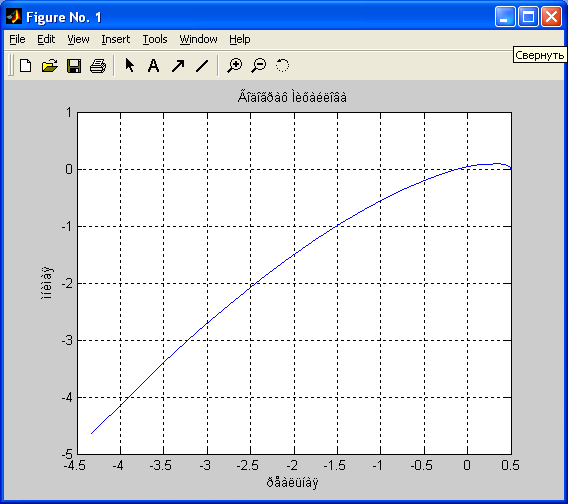
>> POL=[0.5 1 0.3 0.5];

xar=polyval(POL,j\*CHAST);

x=real(xar);

y=imag(xar);

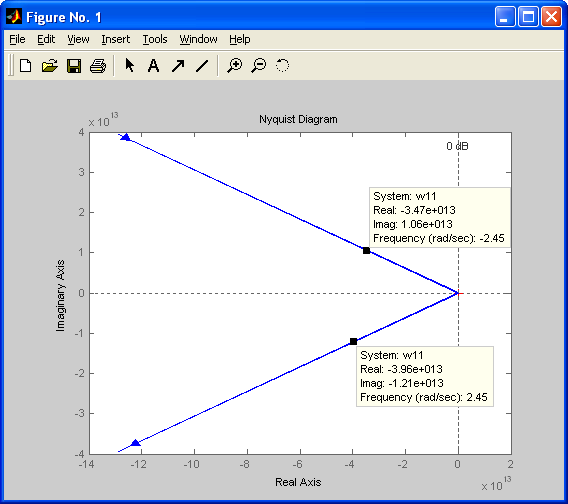
plot(x,y);grid;title('Годограф Михайлова');xlabel('реальная');ylabel('мнимая')



Годограф Михайлова не проходит при изменении частоты дочерез второй квадрант=> Система третьего порядка не является устойчивой.

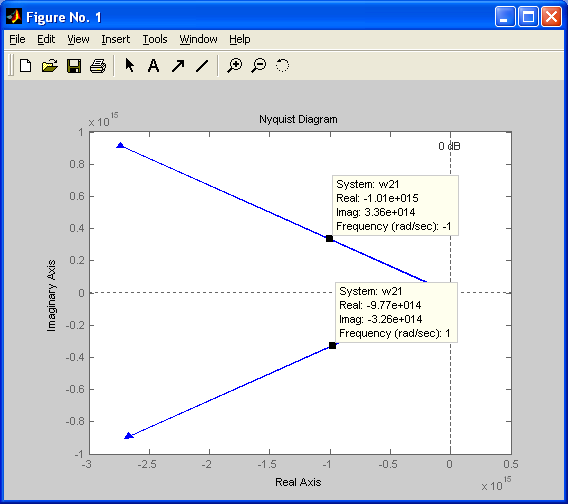
**Оценка устойчивости с использованием критерия Найквиста.**

>>nyquist(w11)



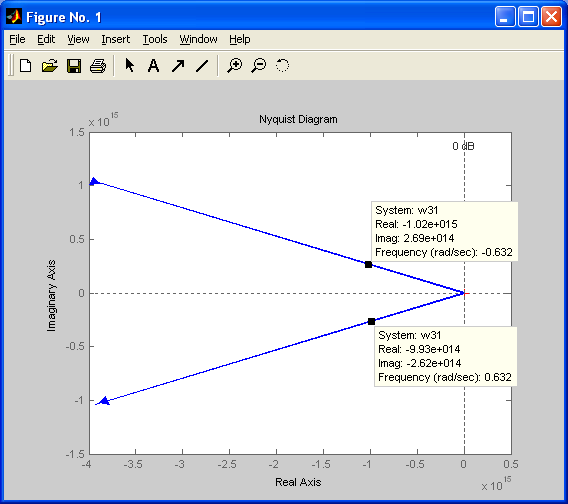
АФЧХ разомкнутой системы охватывает точку => САУ не является устойчивой.

>>nyquist(w21)



АФЧХ разомкнутой системы проходит через точку с координатами => система нейтральна.

>>nyquist(w31)



АФЧХ разомкнутой системы не охватывает точку => САУ является устойчивой.

Построения дискретной модели непрерывной АС.

Построение дискретной модели непрерывной АС

* >> w1d1=c2d(w1,0.2)

Transfer function:

0.03657 z^2 + 0.004314 z - 0.02805

----------------------------------

z^3 - 2.366 z^2 + 2.126 z - 0.6703

Sampling time: 0.2

>> w1d2=c2d(w1,0.02)

Transfer function:

0.0003973 z^2 + 5.227e-006 z - 0.0003868

----------------------------------------

z^3 - 2.958 z^2 + 2.918 z - 0.9608

Sampling time: 0.02

>> w1d3=c2d(w1,0.002)

Transfer function:

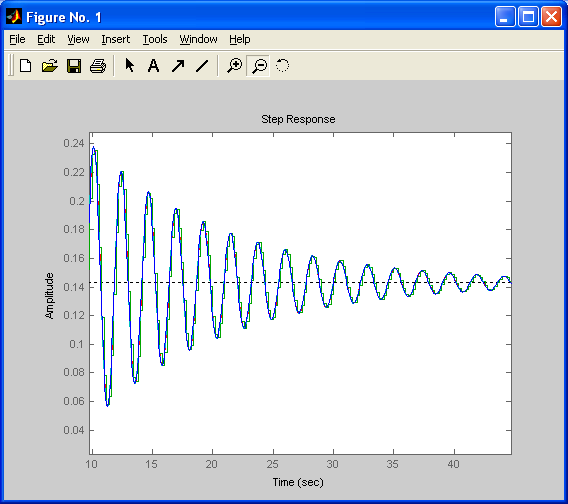
3.997e-006 z^2 + 5.323e-009 z - 3.987e-006

------------------------------------------

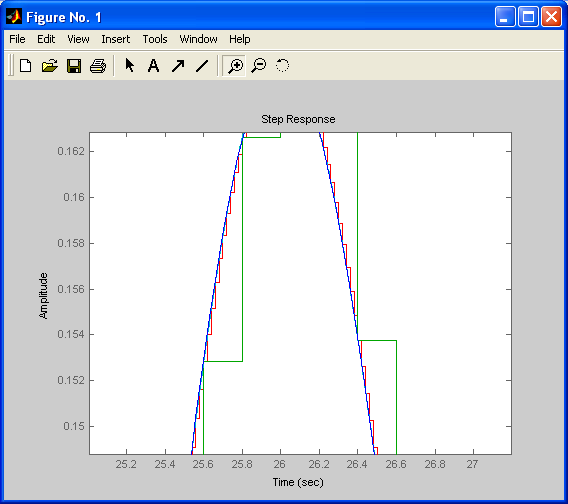
z^3 - 2.996 z^2 + 2.992 z - 0.996

Sampling time: 0.002

>> step(w1,w1d1,w1d2,w1d3)

****

**Увеличено:**

****

По графику можно судить, что уменьшение шага дискретизации улучшает показания.

>> w1d1=c2d(w1,0.2)

Transfer function:

0.03657 z^2 + 0.004314 z - 0.02805

----------------------------------

z^3 - 2.366 z^2 + 2.126 z - 0.6703

Sampling time: 0.2

>> w1d2=c2d(w1,0.02)

Transfer function:

0.0003973 z^2 + 5.227e-006 z - 0.0003868

----------------------------------------

z^3 - 2.958 z^2 + 2.918 z - 0.9608

Sampling time: 0.02

>> w1d3=c2d(w1,0.002)

Transfer function:

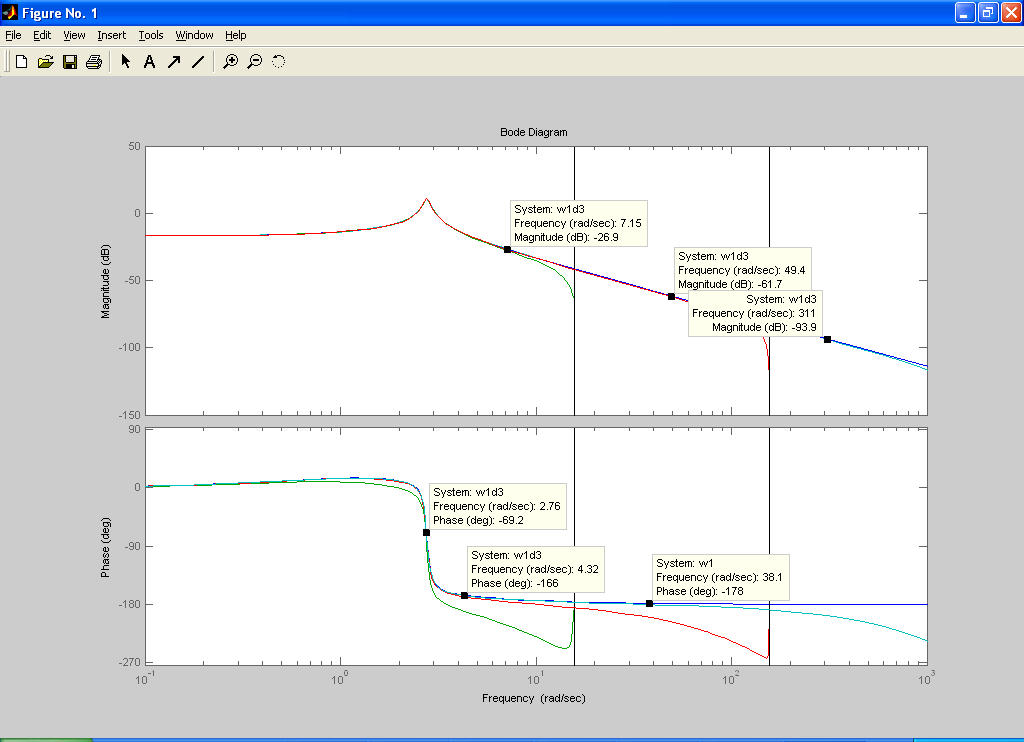
3.997e-006 z^2 + 5.323e-009 z - 3.987e-006

------------------------------------------

z^3 - 2.996 z^2 + 2.992 z - 0.996

Sampling time: 0.002

>> bode(w1,w1d1,w1d2,w1d3)



Интервал (частота) пропускания для шага дискретизации

0,2= 7,15 рад/с.

0,02 = 311 рад/с.

Чем меньше шаг, тем точнее отображается полоса пропускания.

* >> w2d1=c2d(w2,0.2)

Transfer function:

0.03721 z^2 + 0.004358 z - 0.02851

----------------------------------

z^3 - 2.558 z^2 + 2.255 z - 0.6703

Sampling time: 0.2

>> w2d2=c2d(w2,0.02)

Transfer function:

0.0003973 z^2 + 5.228e-006 z - 0.0003869

----------------------------------------

z^3 - 2.96 z^2 + 2.92 z - 0.9608

Sampling time: 0.02

>> w2d3=c2d(w2,0.002)

Transfer function:

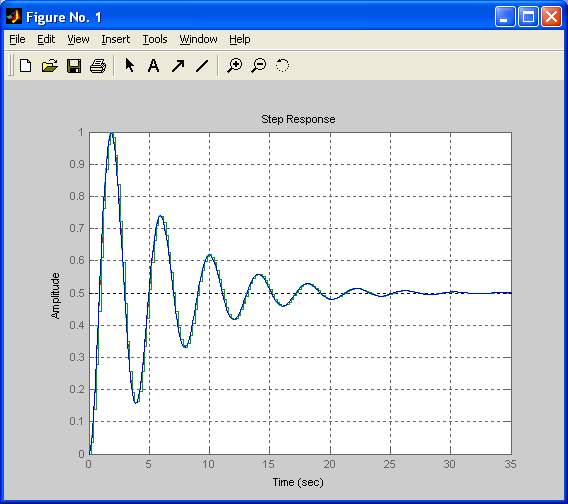
3.997e-006 z^2 + 5.323e-009 z - 3.987e-006

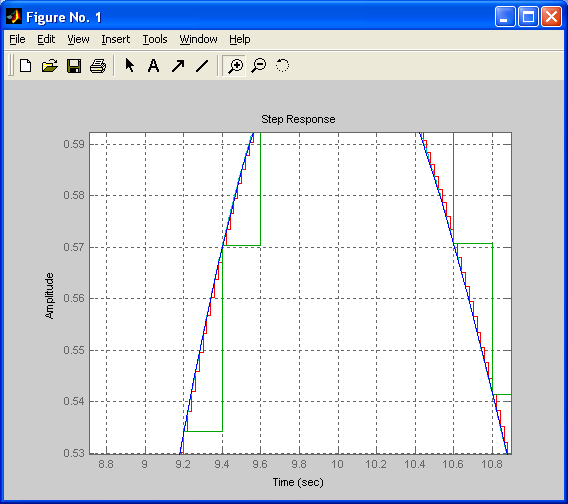
------------------------------------------

z^3 - 2.996 z^2 + 2.992 z - 0.996

Sampling time: 0.002

>> step(w2,w2d1,w2d2,w2d3)





* >> w2d1=c2d(w2,0.2)

Transfer function:

0.03721 z^2 + 0.004358 z - 0.02851

----------------------------------

z^3 - 2.558 z^2 + 2.255 z - 0.6703

Sampling time: 0.2

>> w2d2=c2d(w2,0.02)

Transfer function:

0.0003973 z^2 + 5.228e-006 z - 0.0003869

----------------------------------------

z^3 - 2.96 z^2 + 2.92 z - 0.9608

Sampling time: 0.02

>> w2d3=c2d(w2,0.002)

Transfer function:

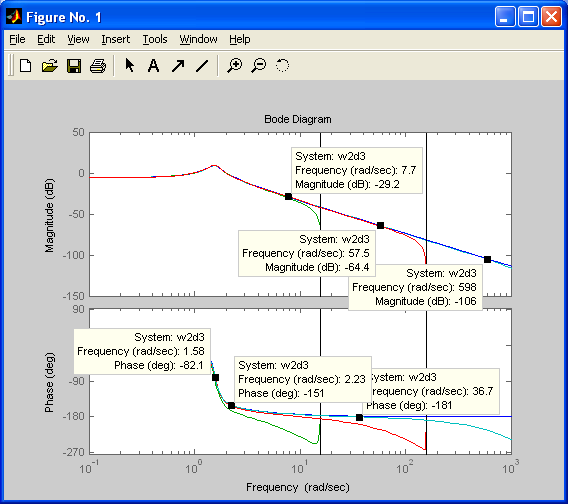
3.997e-006 z^2 + 5.323e-009 z - 3.987e-006

------------------------------------------

z^3 - 2.996 z^2 + 2.992 z - 0.996

Sampling time: 0.002

>> bode(w2,w2d1,w2d2,w2d3)



По графику можно судить, что уменьшение шага дискретизации улучшает показания.

* >> w3d1=c2d(w3,0.2)

Transfer function:

0.0375 z^2 + 0.004395 z - 0.02874

----------------------------------

z^3 - 2.647 z^2 + 2.324 z - 0.6703

Sampling time: 0.2

>> w3d2=c2d(w3,0.02)

Transfer function:

0.0003974 z^2 + 5.228e-006 z - 0.0003869

----------------------------------------

z^3 - 2.961 z^2 + 2.921 z - 0.9608

Sampling time: 0.02

>> w3d3=c2d(w3,0.002)

Transfer function:

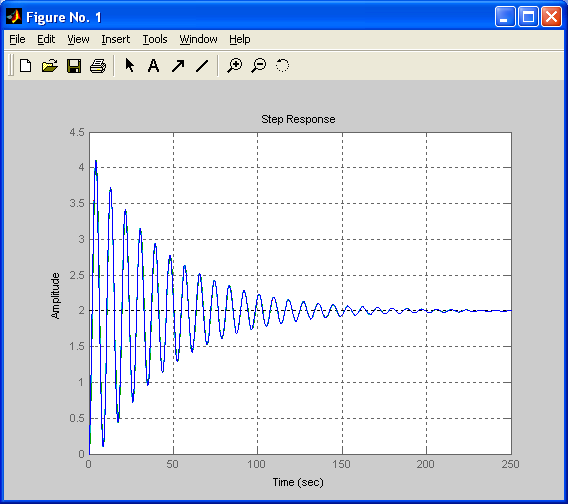
3.997e-006 z^2 + 5.323e-009 z - 3.987e-006

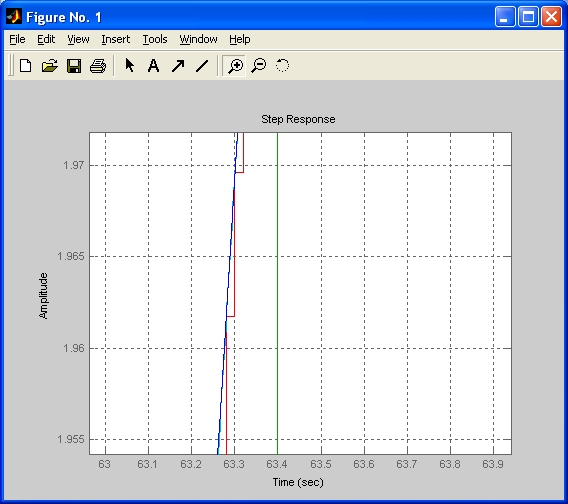
------------------------------------------

z^3 - 2.996 z^2 + 2.992 z - 0.996

Sampling time: 0.002

>> step(w3,w3d1,w3d2,w3d3)





>> w3d1=c2d(w3,0.2)

Transfer function:

0.0375 z^2 + 0.004395 z - 0.02874

----------------------------------

z^3 - 2.647 z^2 + 2.324 z - 0.6703

Sampling time: 0.2

>> w3d2=c2d(w3,0.02)

Transfer function:

0.0003974 z^2 + 5.228e-006 z - 0.0003869

----------------------------------------

z^3 - 2.961 z^2 + 2.921 z - 0.9608

Sampling time: 0.02

>> w3d3=c2d(w3,0.002)

Transfer function:

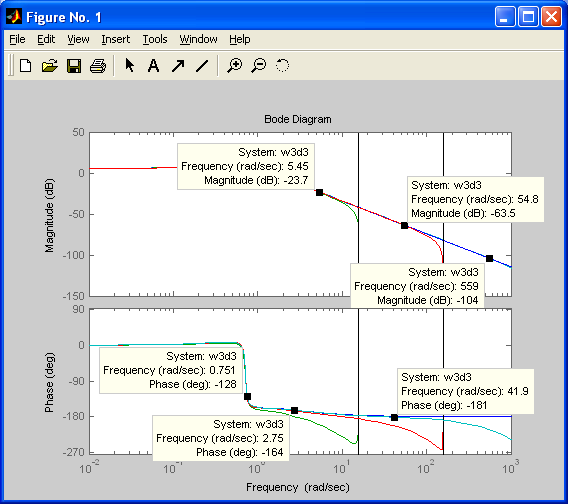
3.997e-006 z^2 + 5.323e-009 z - 3.987e-006

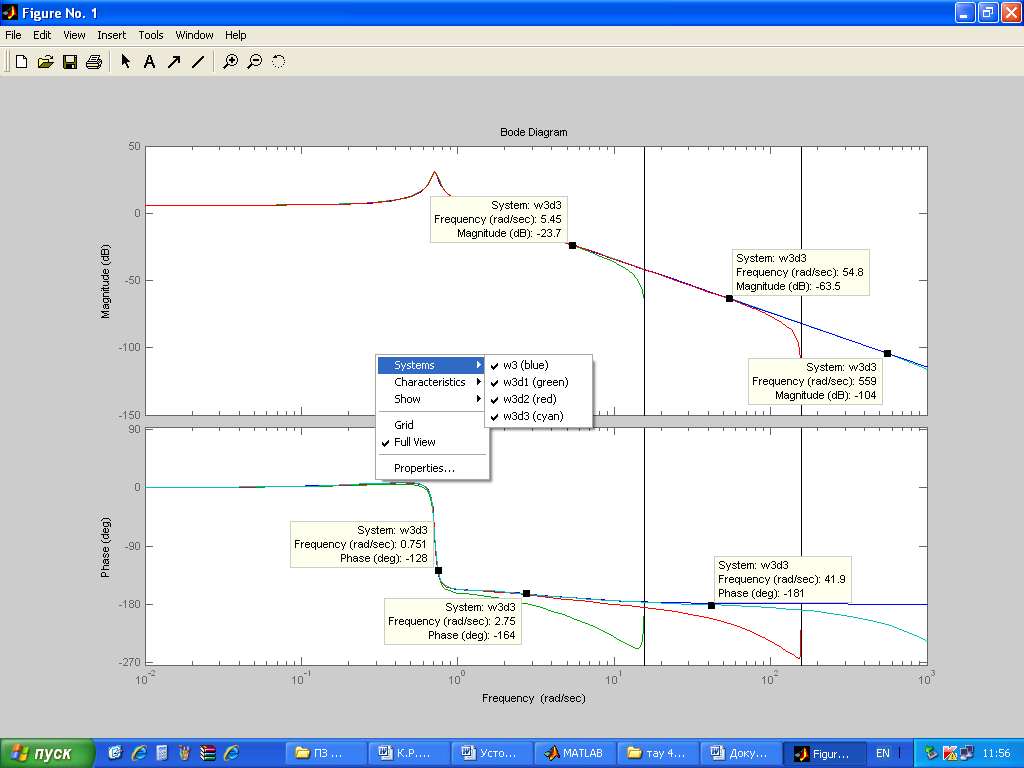
------------------------------------------

z^3 - 2.996 z^2 + 2.992 z - 0.996

Sampling time: 0.002

>> bode(w3,w3d1,w3d2,w3d3)





По графику можно судить, что уменьшение шага дискретизации улучшает показания.