



**«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ

Информатики и систем управления

КАФЕДРА

Проектирования и технологии производства ЭА

Се м и н а р № 4

**п о к у р с у « Ц и ф р о в а я о б р а б о т к а
с и г н а л о в »**

Студент

(Подпись, дата) Корчагин А.И.
(И.О.Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата) Леонидов В.В.
(И.О.Фамилия)

Для непрерывной и дискретной системы с произвольной передаточной характеристикой провести анализ устойчивости.

Contents

- [Задаем входные параметры](#)
- [Строим полюсы системы](#)
- [Строим корневой годограф](#)
- [Строим диаграмму Боде \(АЧХ и ФЧХ\)](#)
- [Строим диаграмму критерий Найквиста](#)
- [Строим реакцию системы на ступеньку](#)
- [Импульсная характеристика системы](#)
- [Критерий Гурвица](#)

Задаем входные параметры

Надо установить пакет control system toolbox $G = (s^2 + 2s + 3) / (s^3 + 2s^2 + 2s + 1)$ - передаточная функция разомкнутой системы c2d конвертирует модель из непрерывного в дискретное время с временем 0.1 feedback - возвращает объект модели sys для взаимосвязи отрицательной обратной связи объектов модели (G,1), 1- сам на себя без изменений обратного сигнала

```
close all;
clear;
G = tf([2 4 1],[2 4 7 8]);
Gd = c2d(G,0.1);
Gcld = feedback(G,1);
```

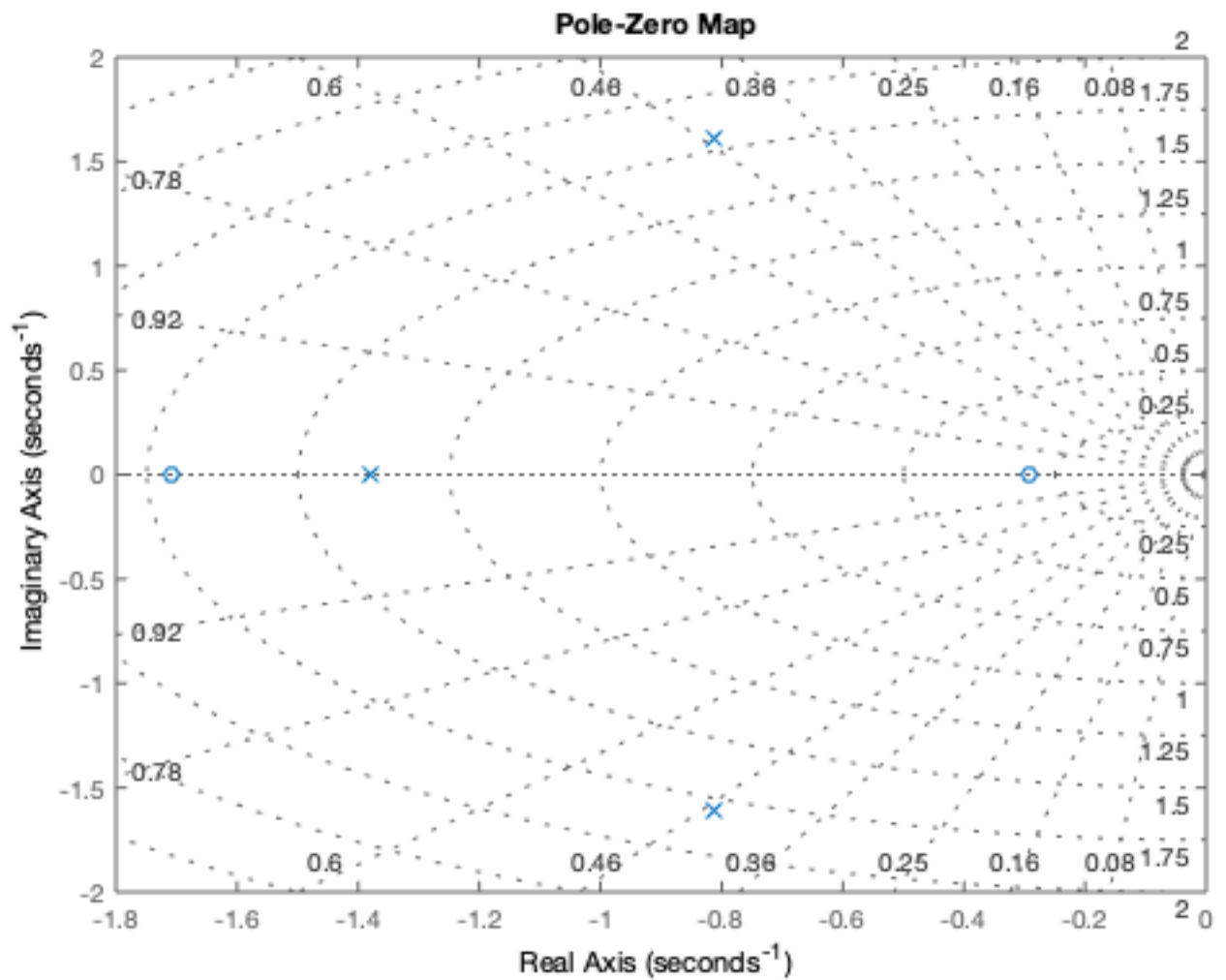
Строим полюсы системы

Если все они слева от оси ординат, система устойчива. В нашем случае устойчива, все находятся слева

```
pole(Gcld)
figure;
pzmap(Gcld); grid on;
```

```
ans =
```

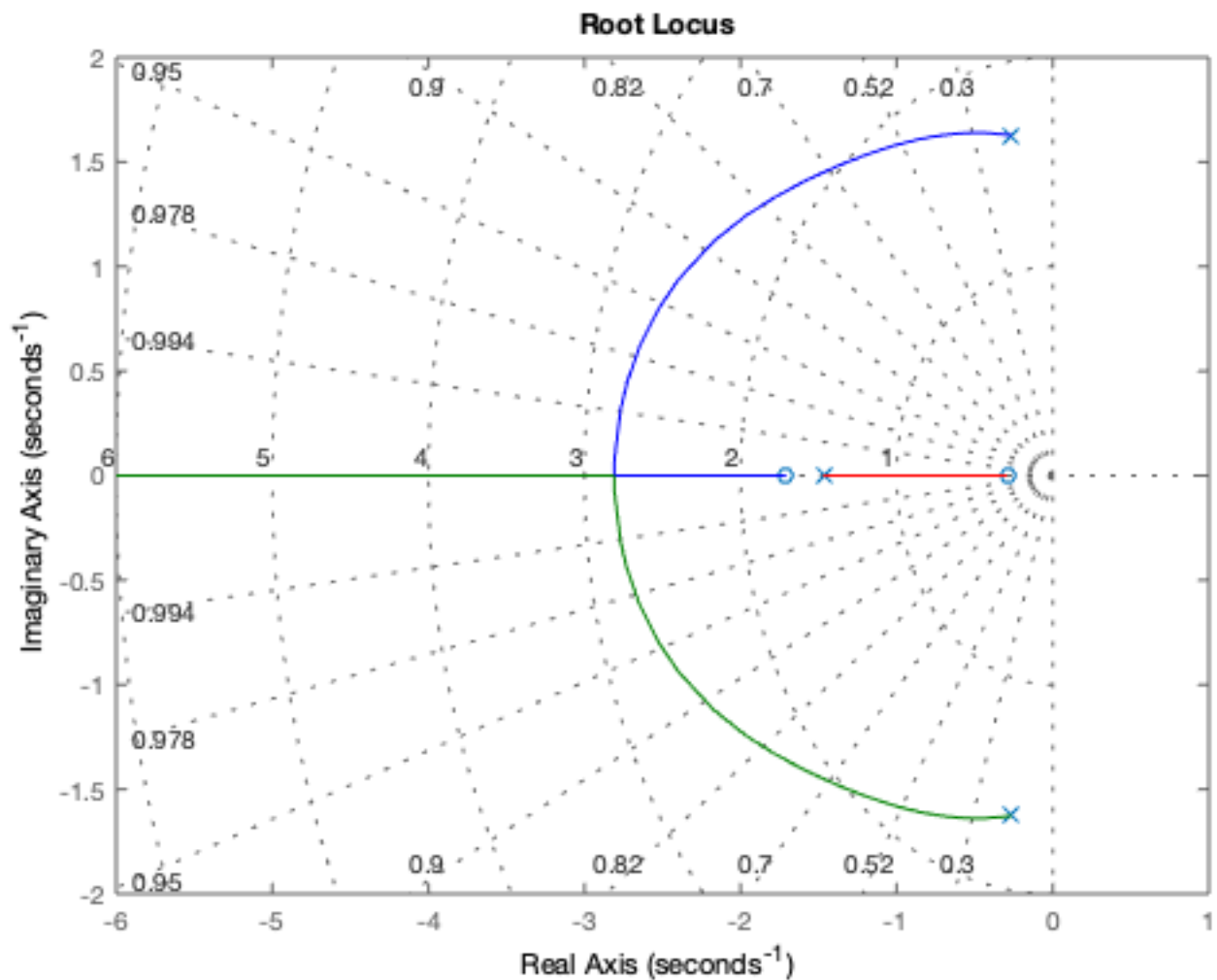
```
-0.8108 + 1.6147i
-0.8108 - 1.6147i
-1.3783 + 0.0000i
```



Строим корневой годограф

Показывает расположение полюсов в зависимости от коэффициента усиления.

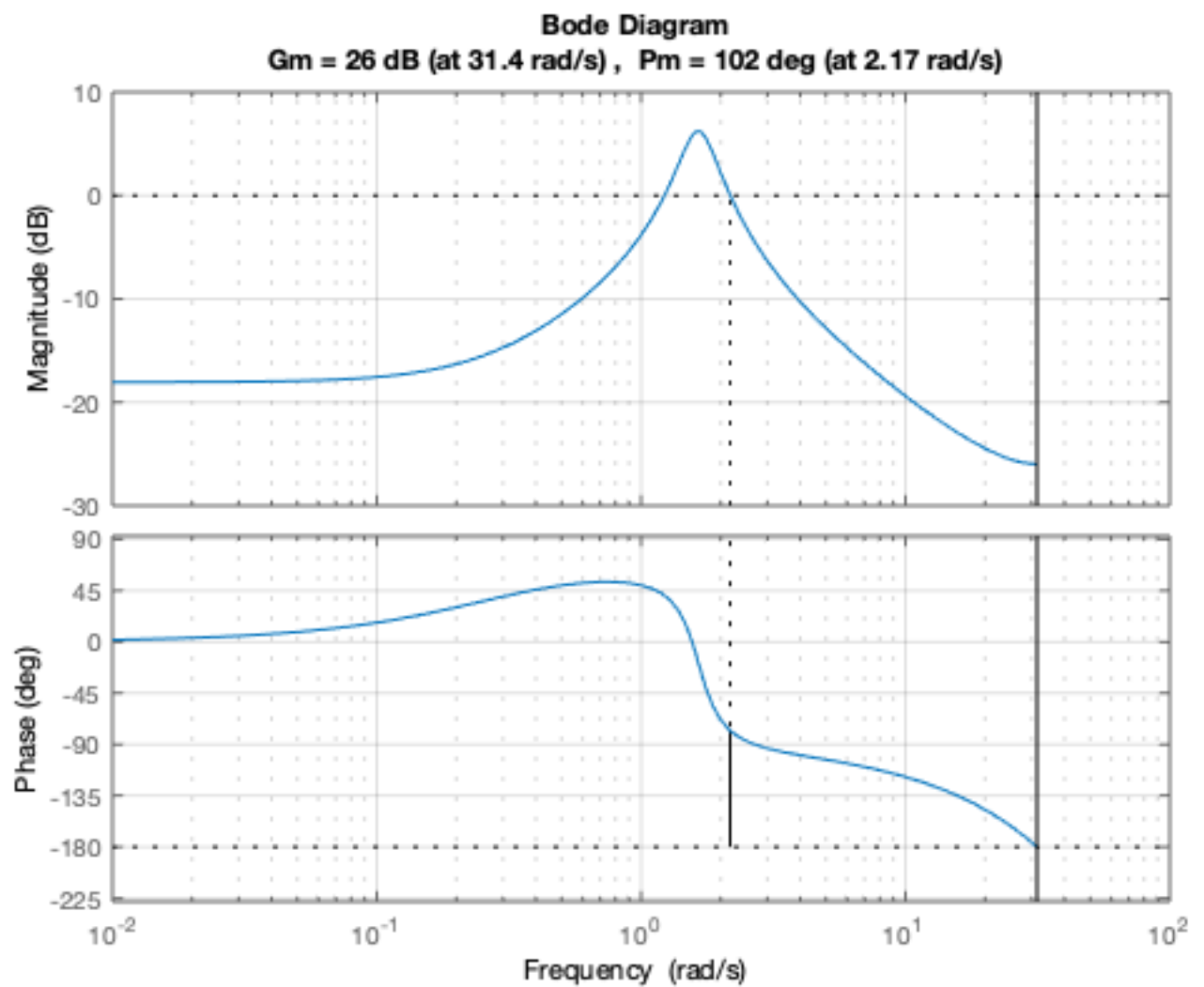
```
figure;  
rlocus(G); grid on;
```



Строим диаграмму Боде (АЧХ и ФЧХ)

Видим запас устойчивости системы. Функция `margin`-выводит АЧХ И ФЧХ по Боде и сразу выдает нам запас устойчивости системы. без лишних манипуляций. На АЧХ ищем пересечения с осью X, по точке пересечения на части графика полученную точку проецируем на график ФЧХ и находим запас прочности по фазе. На ФЧХ проводим прямую на -180 , ищем точку пересечения с графиком, проецируем эту точку на АЧХ и получаем запас по амплитуде. Если $P_m > 0$ и $G_m > 0$, то система устойчива. В нашем случае она устойчива.

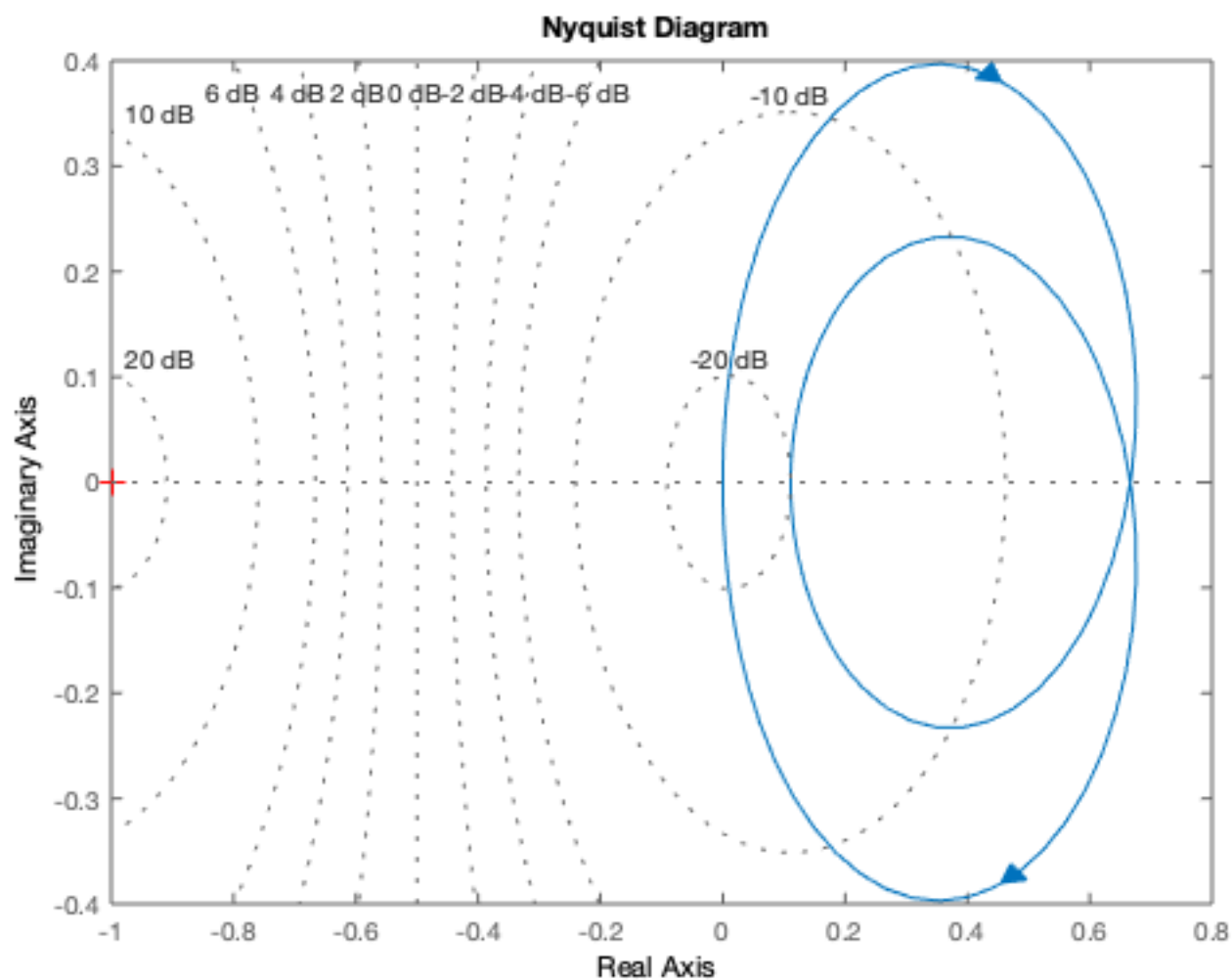
```
figure;
margin(Gd); grid on;
```



Строим диаграмму критерий Найквиста

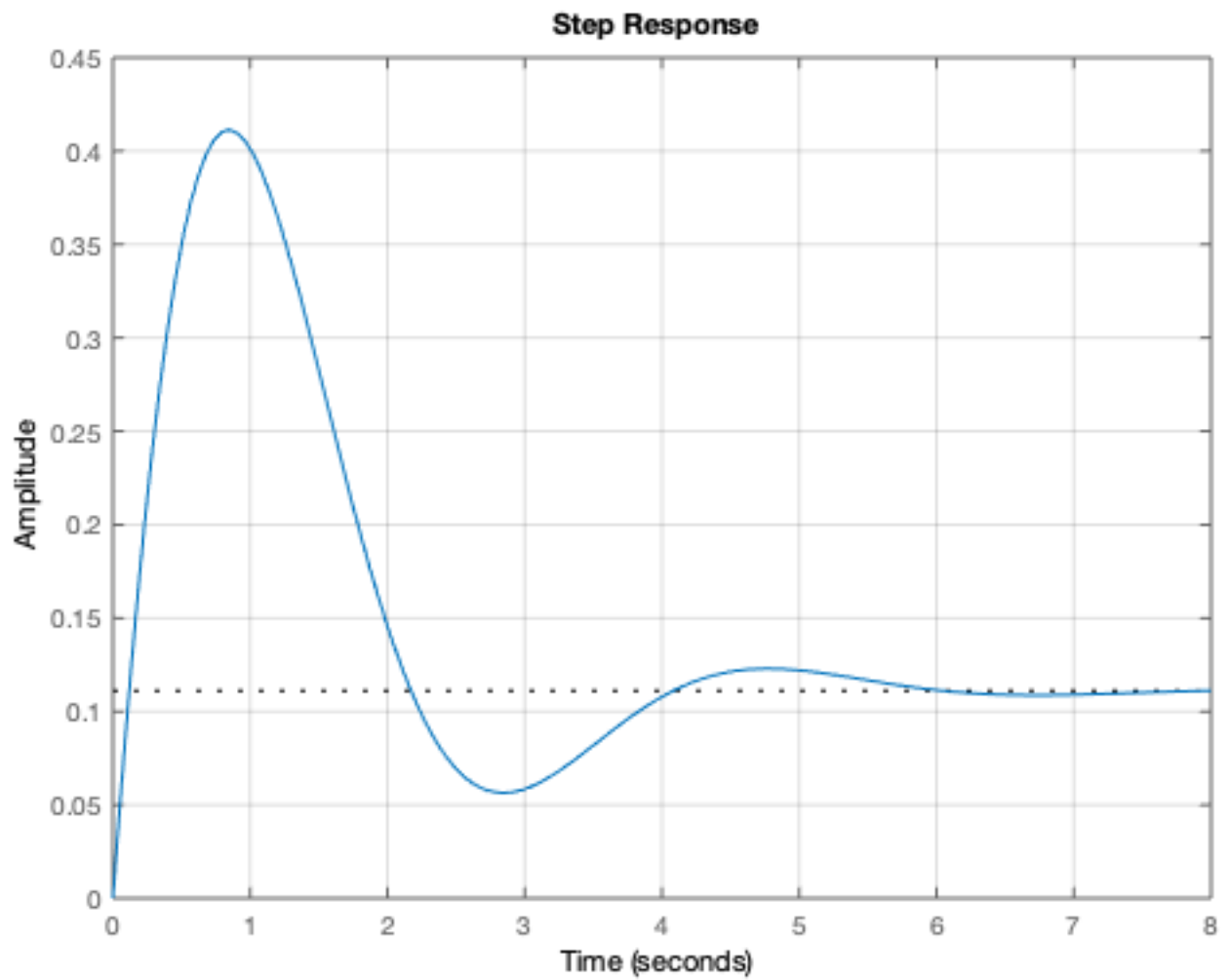
Для устойчивости годограф не должен охватывать точку $(-1;0)$, что он и не делает значит система устойчива

```
figure;  
nyquist(Gcld); grid on;
```



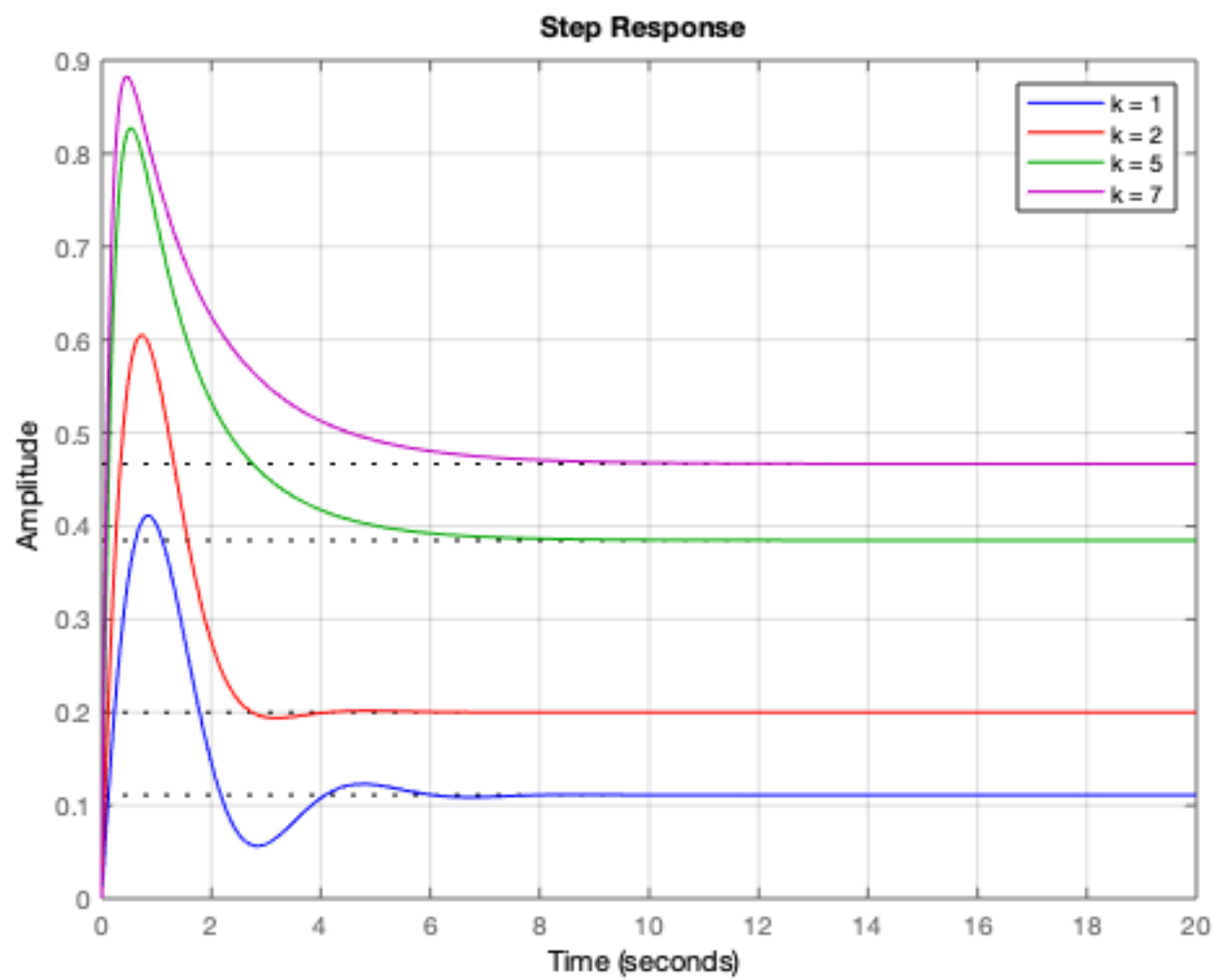
Строим реакцию системы на ступеньку

```
figure;  
step(Gcld); grid on;
```



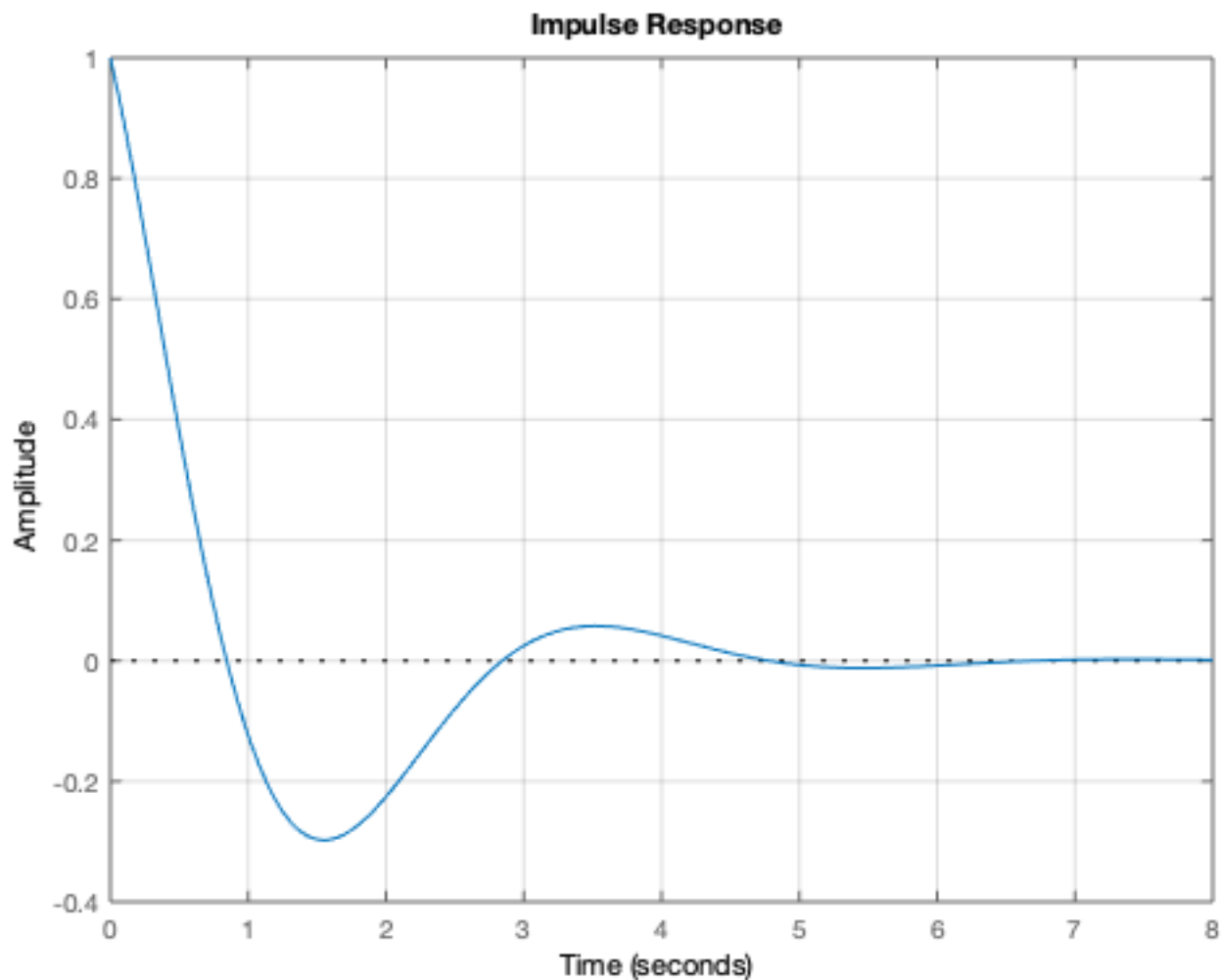
Для разных коэффициентов усиления

```
figure;  
k1 = 2; Gcld1 = feedback(G*k1,1);  
k2 = 5; Gcld2 = feedback(G*k2,1);  
k3 = 7; Gcld3 = feedback(G*k3,1);  
step(Gcld, 'b', Gcld1, 'r', Gcld2, 'g', Gcld3, 'm', 20), grid on,  
legend('k = 1', 'k = 2', 'k = 5', 'k = 7')
```



Импульсная характеристика системы

```
figure;  
impz(Gcld); grid on;
```

Критерий Гурвица

для того, чтобы динамическая система была устойчива, необходимо и достаточно, чтобы все n главных диагональных миноров определителя Гурвица были положительны, при условии $A_0 > 0$. Эти миноры называются определителями Гурвица

Используем функцию `raus_gur` взятую с википедии

Из коэффициентов характеристического уравнения строится определитель Гурвица по алгоритму:

- 1) по главной диагонали слева направо выставляются все коэффициенты характеристического уравнения от a_1 до a_n ;
- 2) от каждого элемента диагонали вверх и вниз достраиваются столбцы определителя так, чтобы индексы убывали сверху вниз;
- 3) на место коэффициентов с индексами меньше нуля или больше n ставятся нули.

т.к. $A=1$ и и последующие миноры >0 , то система устойчива

```
[A, B, C] = raus_gur([2 4 7 8])
```

A =

1

B =

12

C =

4	8	0
2	7	0
0	4	8

Дискретная система

Contents

- Зададим входные параметры;
- Строим корневой годограф.
- Строим диаграмму критерий Найквиста
- Строим реакцию системы на ступеньку
- Импульсная характеристика системы

Зададим входные параметры;

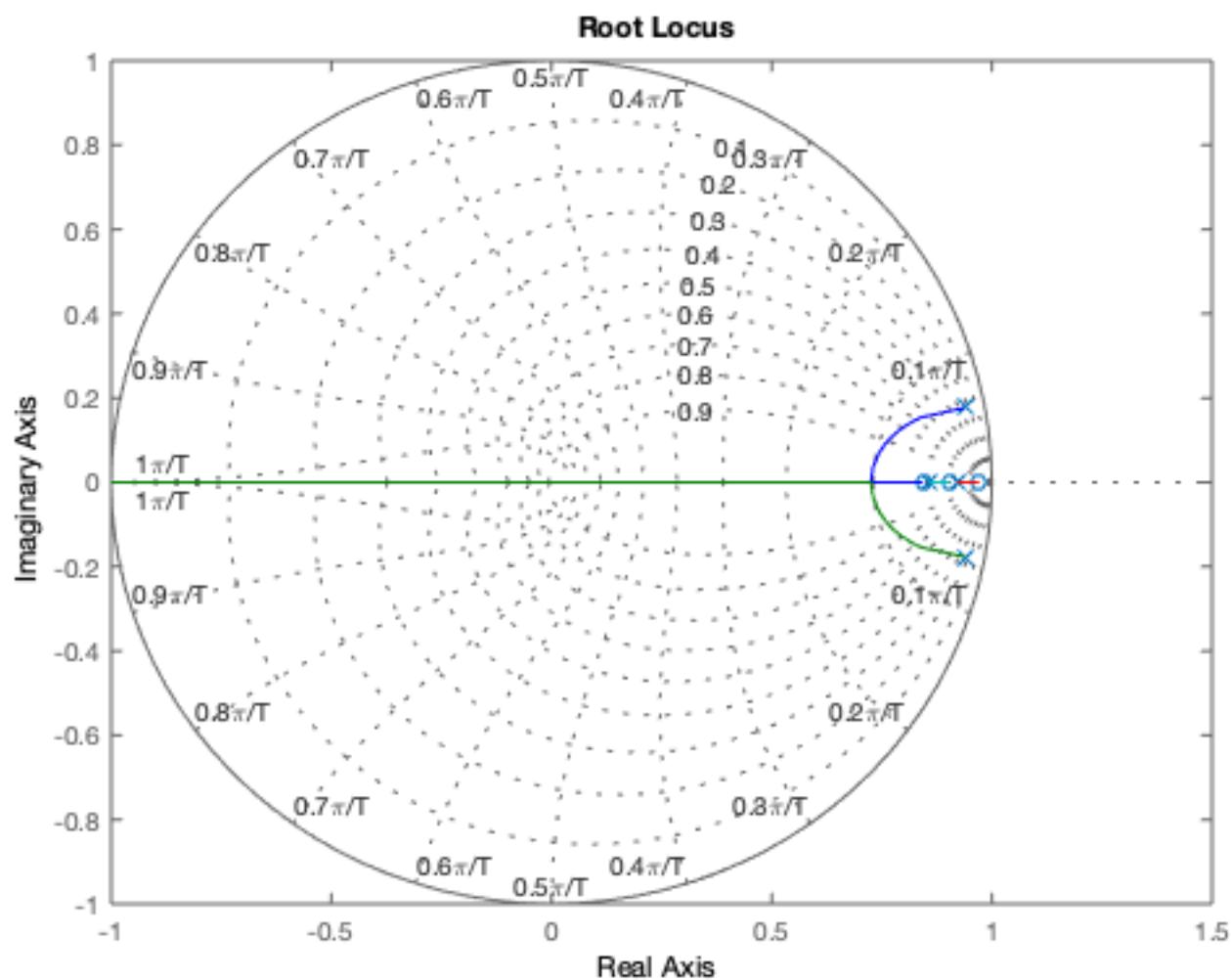
Преобразование Лапласа применяют для непрерывных систем, а для анализа интересных дискретных систем используют z-преобразование. $G = (s^2 + 2s + 3) / (s^3 + 2s^2 + 2s + 1)$ $C = (s + 1) / (s + 3)$

```
close all;
clear;
G = tf([2 4 1],[2 4 7 8]);
Gd = c2d (G ,0.1);
C = tf([1 3],[3 3]);
Cd = c2d (C ,0.1);
Gcld = feedback(Gd,Cd);
```

Строим корневой годограф.

Он показывает положение полюсов в зависимости от коэффициента усиления пока полюса находятся внутри окружности, система устойчива, за окружностью не устойчива

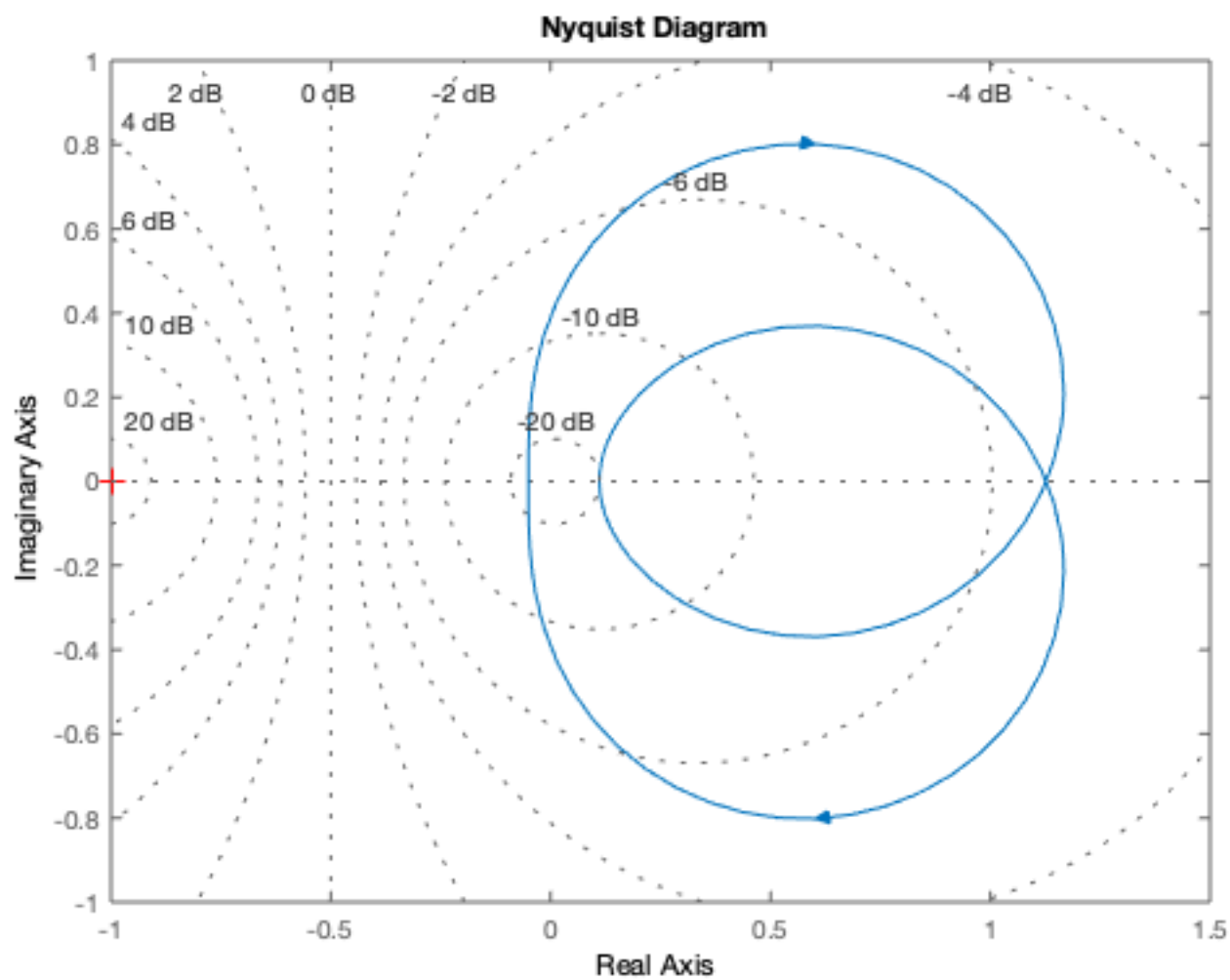
```
figure;
rlocus(Gcld); grid on;
```



Строим диаграмму критерий Найквиста

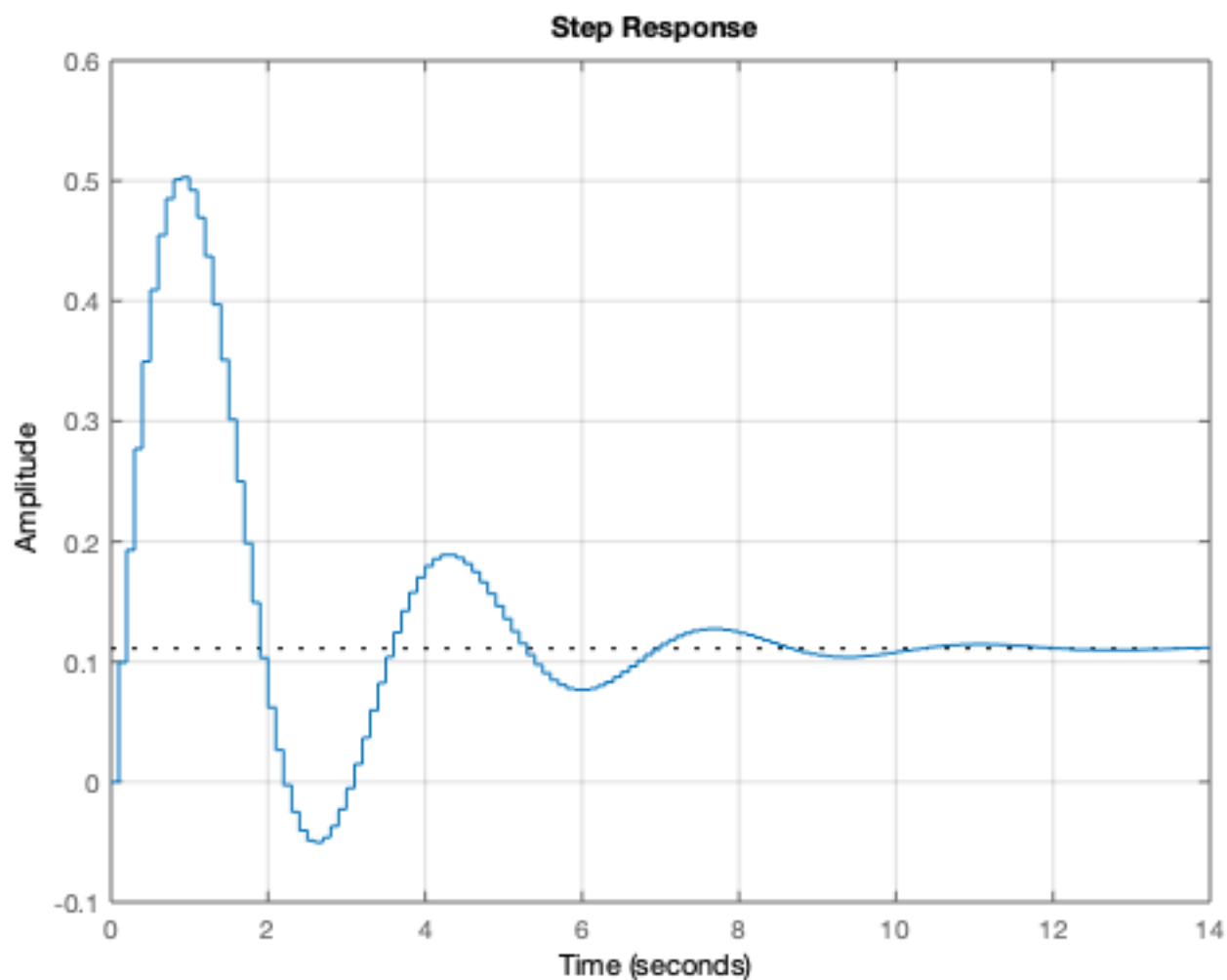
Для устойчивости годограф не должен охватывать точку $(-1;0)$, что он и не делает значит система устойчива

```
figure;
nyquist(Gcld); grid on;
```



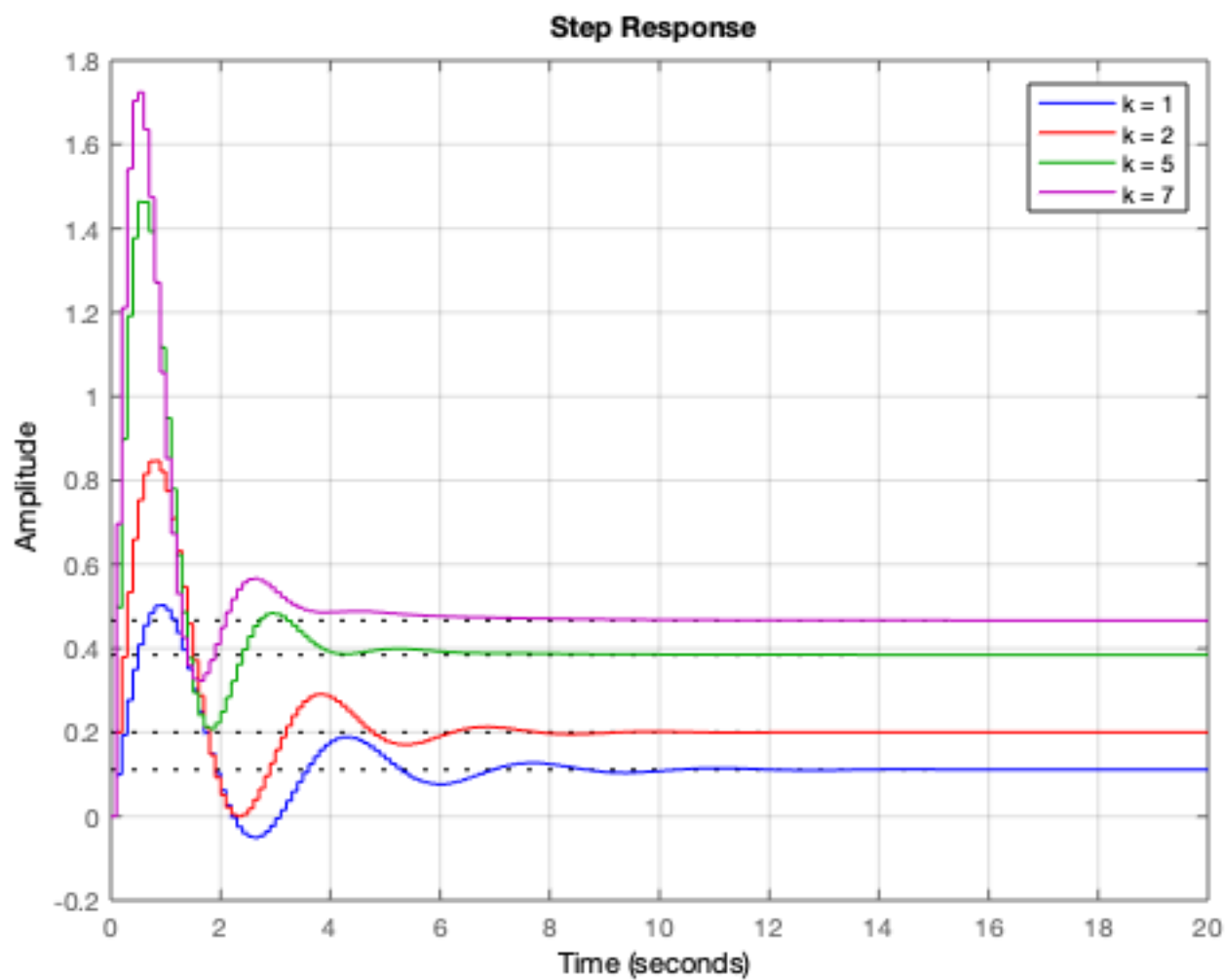
Строим реакцию системы на ступеньку

```
figure;  
step(Gcld); grid on;
```



Для разных коэффициентов усиления

```
figure;
k1 = 2; Gcld1 = feedback(Gd*k1,Cd);
k2 = 5; Gcld2 = feedback(Gd*k2,Cd);
k3 = 7; Gcld3 = feedback(Gd*k3,Cd);
step(Gcld, 'b',Gcld1, 'r',Gcld2, 'g',Gcld3, 'm',20), grid on,
legend('k = 1', 'k = 2', 'k = 5', 'k = 7')
```



Импульсная характеристика системы

```
figure;  
impulse(Gcld); grid on
```

