МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики

Лабораторная работа №3

Критерии устойчивости САУ

Выполнила: студентка ОИКС

3 курса группы ИС-Б17

Петренко В. Ю.

Проверила: Белаец Л. В.

Обнинск, 2019

Цель работы: изучение математических методов оценки устойчивости линейных систем при помощи программы Scilab.

Выполнение работы;

1. Задана передаточная функция для произвольной системы.

$$W=\frac{4s+6}{2s^2+5s+4}$$

Получим переходный процесс для данной системы. Для этого введем значение передаточной функции заданной системы.

W=poly([6 4],'s','c')/poly([4 5 2],'s','c')

```
W  =

    6 + 4s
   ------------
               2
   4 + 5s + 2s
```

Зададим тип объекта как линейной непрерывной системы.

S=syslin('c',W)

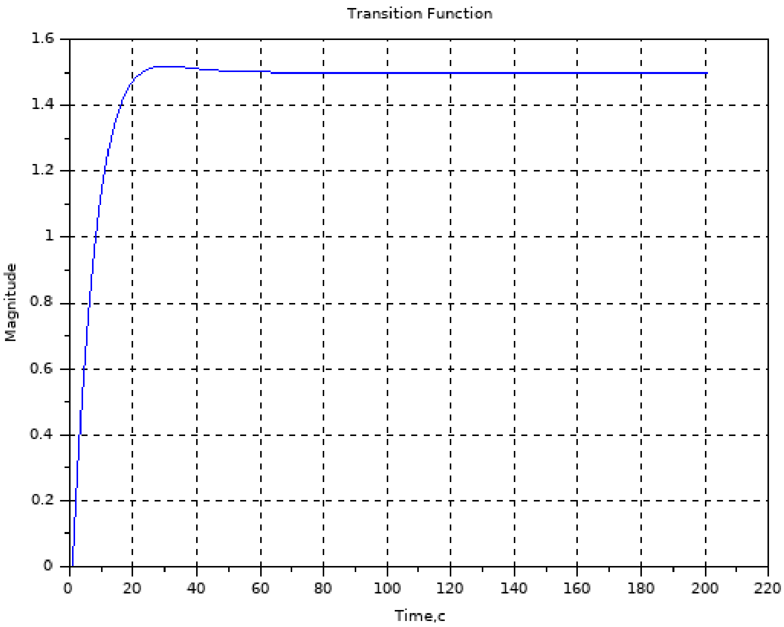
```
S  =

    6 + 4s
   ------------
               2
   4 + 5s + 2s
```

Построим график переходного процесса и зададим названия этого графика и осей, добавим координатную сетку.

plot(csim("step",0:0.1:20,S))

xgrid()

xtitle('Transition Function','Time,c','Magnitude')



Характеристическое уравнение:

$2s^2+5s+4=0$

Составим определитель Гурвица:

$\Delta=\begin{vmatrix}5 & 0\\ 2 & 4\end{vmatrix}$

Необходимое условие является справедливым для всех систем: Все коэффициенты характеристического уравнения должны быть положительными.

Необходимое условие a_0>0, a_1>0, ..., a_n>0 является и достаточным для систем 1-го и 2-го порядка.

Для устойчивости линейной САУ по критерию Гурвица необходимо и достаточно, чтобы были положительными n главных определителей матрицы коэффициентов характеристического уравнения заданной системы (знаменатель передаточной функции)

Если a_n=0 , то имеет место апериодическая граница устойчивости.

Если Δ_{n-1}=0, то это колебательная граница устойчивости.

Проверка устойчивости:

C_0 =2 > 0

Δ_1 = C_1 =5 > 0

Δ_2= det([5 0;2 4])=20 > 0

Следовательно, по критерию Гурвица разомкнутая система устойчива.

2. Найдем нули и полюса передаточной функции разомкнутой системы и изобразим их графически.

Корни характеристического уравнения разомкнутой системы:

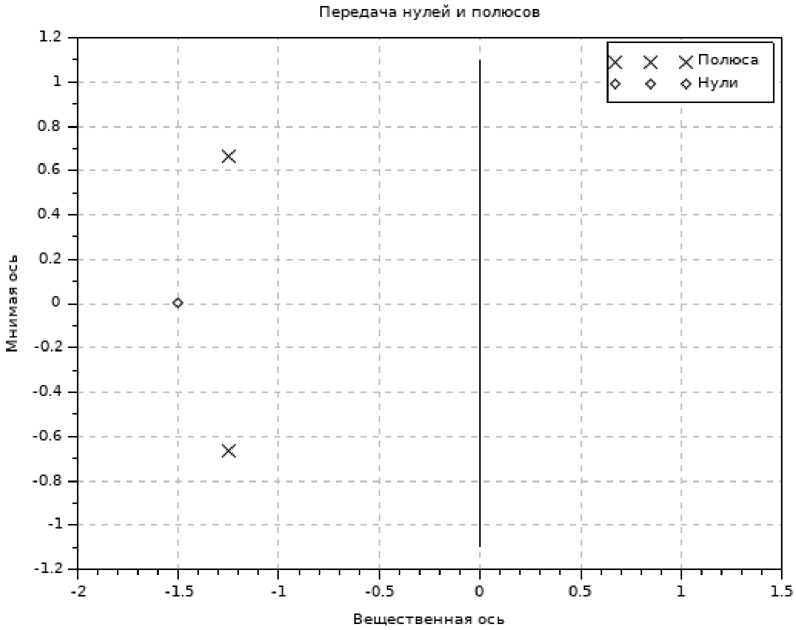
roots(poly([4,5,2],'s','c'))

ans =

-1.25 + 0.6614378i

-1.25 - 0.6614378i

-->plzr(S)



Все корни находятся слева. Система устойчива.

3. Проверим устойчивость замкнутой системы с помощью критерия Михайлова.

Чтобы САР была устойчивой, необходимо и достаточно, чтобы вектор D(jω) при изменении частоты от 0 до +∞ начал движение с точки, лежащей на положительной вещественной оси, и, вращаясь только против часовой стрелки и нигде не обращаясь в нуль, прошел последовательно n квадрантов комплексной плоскости, повернувшись на угол n•π/2, где n – степень характеристического уравнения D(jω)=0

Характеристическое уравнение замкнутой системы:

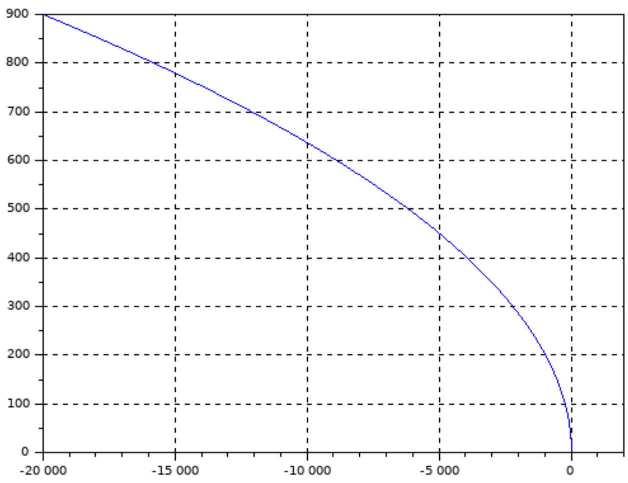
```
poly([4 5 2],'s','c')+poly([6 4],'s','c')

ans  =

                2
   10 +9s +2s
```

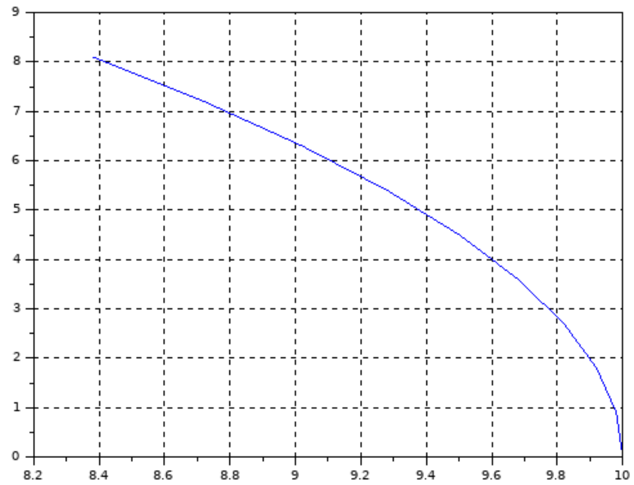
$$2s^2+9s+10=0$$

$$\left(10-2\omega^2\right)+\left(9\omega\right)j=0$$

```
deff('u=re(w)','u=10-2*w^2')

deff('v=im(w)','v=(9*w)')

x=re(0:0.1:100);

y=im(0:0.1:100);

plot(x,y)

xgrid
```

Обе оси-функции от частоты





Вектор *D*(jω) начинает движение на положительной части действительной оси, проходит 2 квадранта и на 2-м устремляется в -∞ . Так как у нас 2 порядок уравнения , система устойчива.

По критерию Михайлова замкнутая система устойчива.

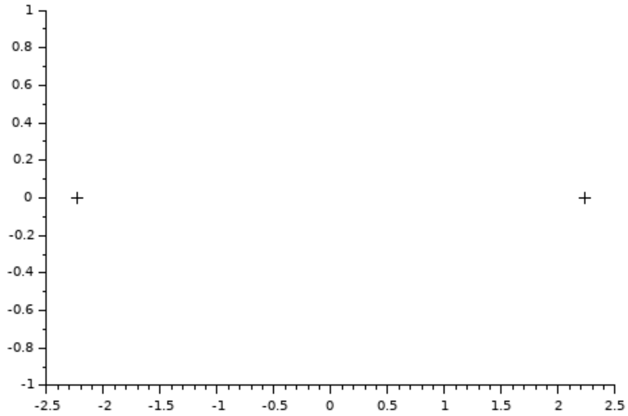
```
roots(poly([10,0,-2],'w','c'))

 ans  =

   2.236068

  -2.236068
```

roots(poly([0,9],'w','c'))

 ans =

   0.

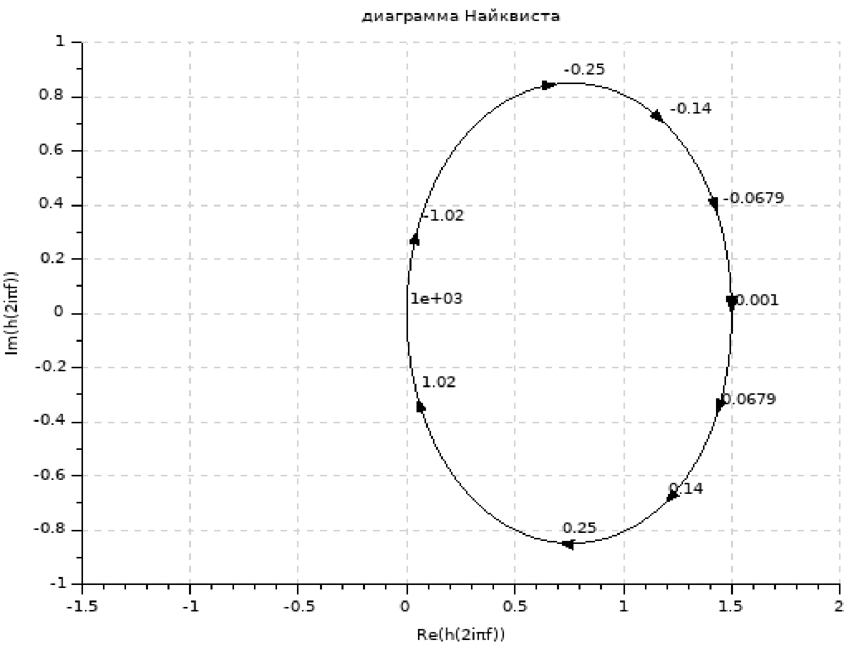
plot2d(roots(poly([10,0,-2],'w','c')),[0,0],style=-1)



Условием устойчивости системы является перемежаемость корней полиномов вещественной и мнимой частей характеристического уравнения. Нарушение этого условия говорит о неустойчивости системы.

4. Проверим устойчивость замкнутой системы с помощью критерия Найквиста.

nyquist(S);

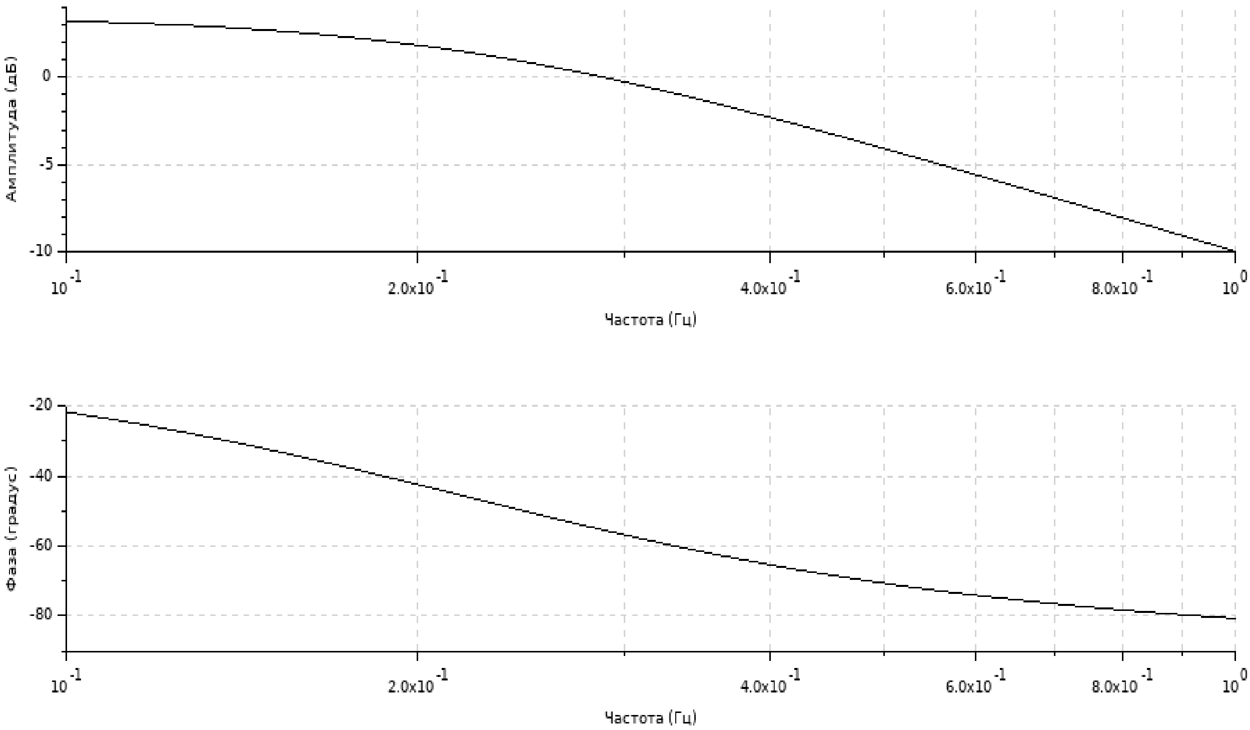


Если разомкнутая САУ устойчива, то для устойчивости замкнутой системы необходимо и достаточно. Чтобы АФЧХ разомкнутой системы не охватывала точку с координатами (-1; 0j).

Годограф разомкнутой системы не охватывает точку с координатой (-1,0), значит замкнутая система устойчива.

5. Проверим устойчивость замкнутой системы с помощью логарифмического критерия устойчивости. И определим запасы устойчивости по фазе и амплитуде.

```
-->bode(S,0.1,1)
```




```
[gm,fr]=g_margin(S)
 fr  =
    []
 gm  =
   Inf
[pm,fr2]=p_margin(S)
 fr2  =              //Частоты среза
   0.2880736
 pm  =               //Запас устойчивости по фазе
   124.60106
```

Вывод: по всем критериям заданная система устойчива.