

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра Систем Управления и Информатики Группа Р3340

Лабораторная работа №12  
“Анализ линейных непрерывных систем с  
использованием прикладного пакета MATLAB  
CONTROL SYSTEM TOOLBOX”

Вариант - 8

Выполнила Ефимова А.И. (подпись)  
(фамилия, и.о.)

Проверил \_\_\_\_\_ (подпись)  
(фамилия, и.о.)

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

Санкт-Петербург,

20\_\_г.

Работа выполнена с оценкой \_\_\_\_\_

Дата защиты "\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

**Цель работы:** Исследование динамических и частотных характеристик, анализ структурных свойств и устойчивости линейных непрерывных систем с помощью прикладного пакета Matlab Control System Toolbox.

**Начальные данные:** В качестве объекта исследования выбраны линейные непрерывные динамические стационарные системы. Исходная модель разомкнутой системы представляется форме вход-выход и описывается передаточной функцией вида:

$$W(s) = \frac{b_1 s + b_0}{s(a_2 s^2 + a_1 s + a_0)} \quad (1)$$

Значения коэффициентов  $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1$  в числителе и знаменателе передаточной функции для выполнения лабораторной работы выбираются самостоятельно произвольно из условия  $a_2 \neq 0, b_1 \neq 0$ .

Выберем коэффициенты следующим образом:  $a_0 = 4, a_1 = 2, a_2 = 1, b_0 = 2, b_1 = 4$

В итоге получается функция вида:

$$W(s) = \frac{4s + 2}{s(s^2 + 2s + 4)} = \frac{4s}{s^3 + 2s^2 + 4s} \quad (2)$$

# 1 Анализ исходной разомкнутой системы

## 1.1 Нули и полюса передаточной функции разомкнутой системы

Схему расположения нулей и полюсов можно получить при помощи команды `pzmap(w)`. Полученная схема исследуемой функции приведена на рисунке 1.

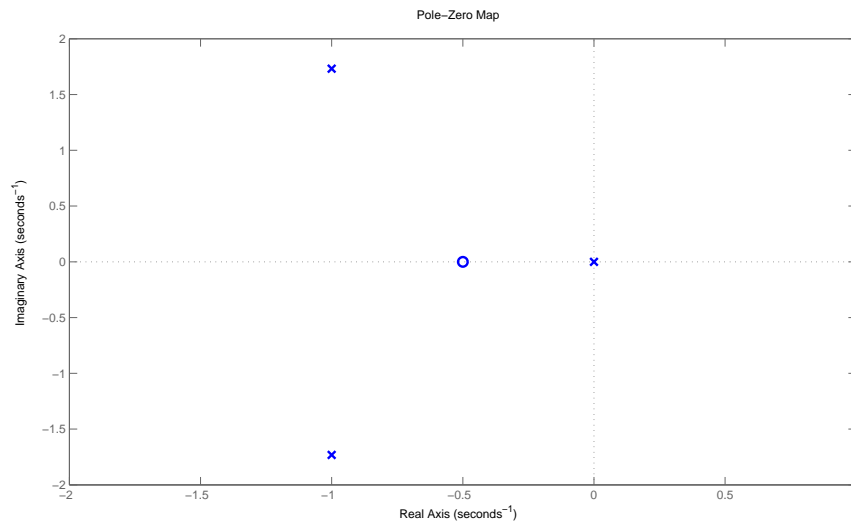


Рисунок 1 – Схема нулей и полюсов функции

Полученные нули и полюса:

$$s_1 = -1 + 1.73i$$

$$s_2 = -1 - 1.73i$$

$$s_3 = -0.5 + 0i$$

$$s_4 = 0 + 0i$$

## 1.2 Получение графика логарифмических амплитудночастотной и фазочастотной характеристик

Графики можно получить при помощи команды `margin(w)`. Полученные графики приведены на рисунке 2.

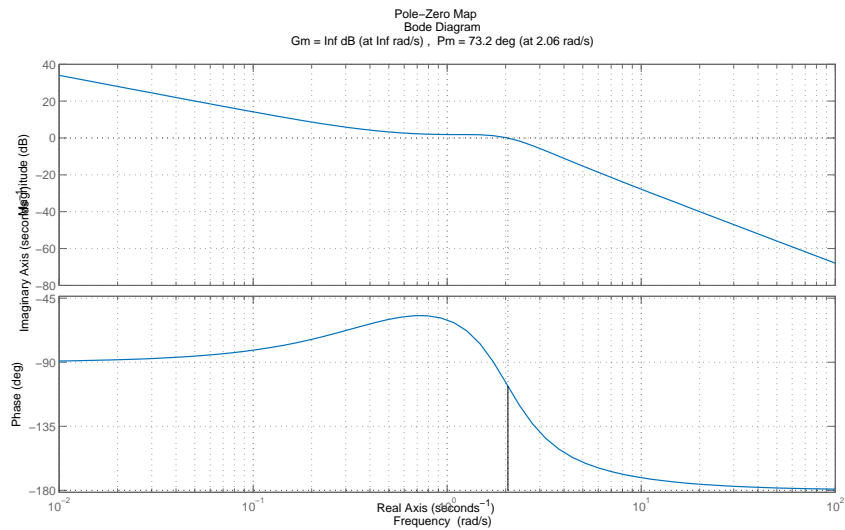


Рисунок 2 – Графики логарифмических АЧХ и ФЧХ

### 1.3 Построение амплитудно-фазочастотной характеристики исходной системы

Построить амплитудно-фазочастотную характеристику можно при помощи команды `nyquist(w)`.

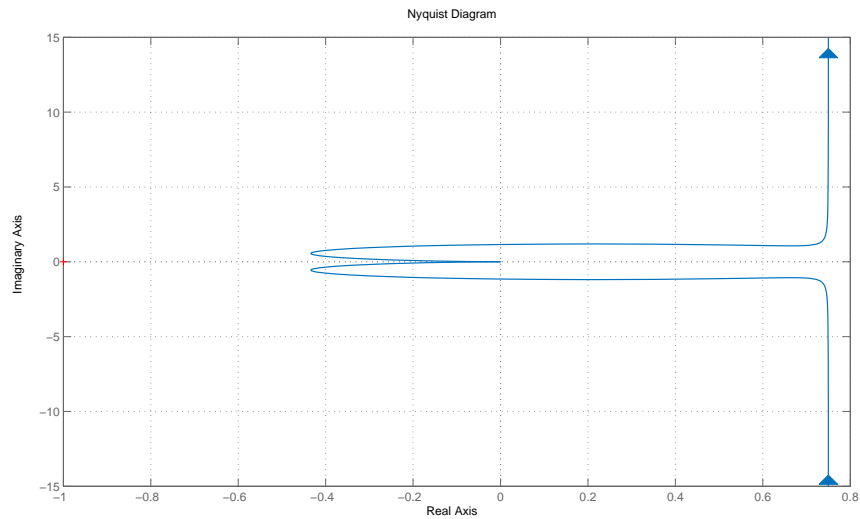


Рисунок 3 – Фазовый портрет разомкнутой системы

По следствию критерия устойчивости Найквиста, система устойчива, так как годограф разомкнутой системы не охватывает точку  $[-1;0]$ .

## 2 Анализ замкнутой системы

Построим замкнутую систему с коэффициентом отрицательно обратной связи 1. Для этого можно воспользоваться командой `feedback(w, 1)`. Получается функция:

$$W(s) = \frac{4s + 2}{s^3 + 2s^2 + 8s + 2} \quad (3)$$

### 2.1 Нули и полюса передаточной функции замкнутой системы

Построим схему расположения нулей и полюсов при помощи команды `pzmap(w)`. Схема представлена на рисунке 4.

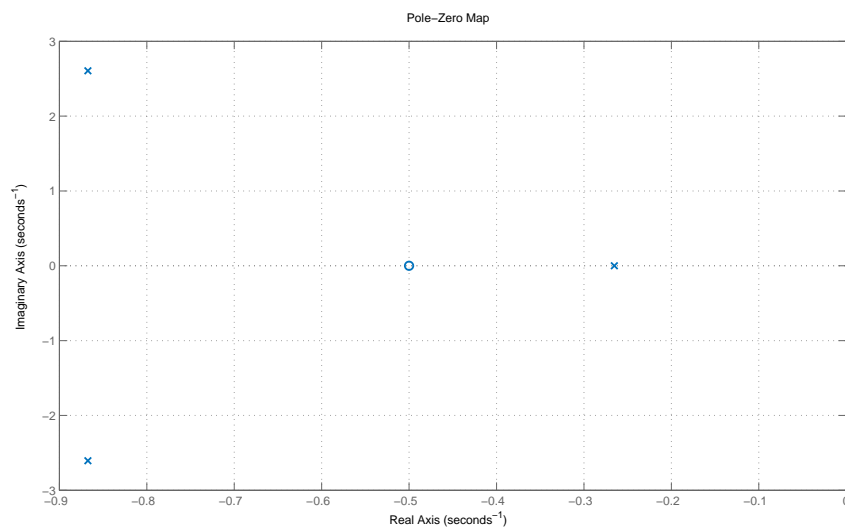


Рисунок 4 – Схема нулей и полюсов

Полученные полюса и нули:

$$s_1 = -0,87 + 2,6i$$

$$s_2 = -0,87 - 2,6i$$

$$s_3 = -0,265 + 0i$$

$$s_4 = -0,5 + 0i$$

## 2.2 Получение графика переходной и весовой функций замкнутой системы

Для построение графика переходной функции используется команда `step(w)`. Полученный график на рисунке 5.

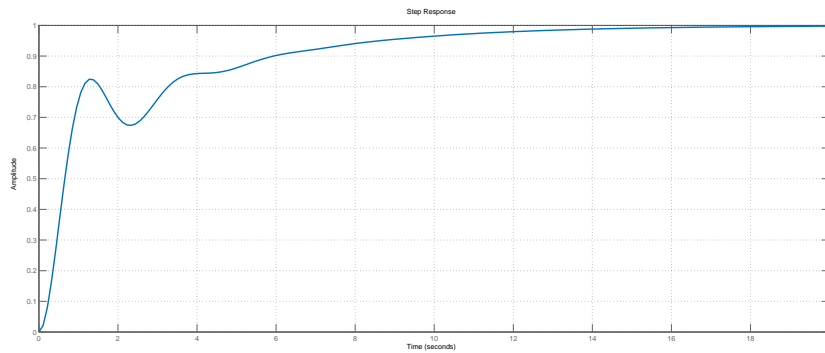


Рисунок 5 – График переходного процесса замкнутой системы

По графику переходного процесса функции видно, что установившееся значение 1, время переходного процесса  $t_n = 19c$ , перерегулирование  $\sigma = 0$

## 2.3 Переход к представлению замкнутой системы в форме ВСВ

Команда  $[A,B,C,D]=tf2ss(a,b)$ , где  $a$ -числитель,  $b$ -знаменатель, позволяет перейти к форме вход-состояние выход.

Полученные матрицы:

$$A = \begin{bmatrix} -2 & -4 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$



## Вывод

Пакет CST позволяет очень быстро и точно исследовать систему. С его помощью можно получить все характеристики исследуемой системы.

Полученные полюса разомкнутой системы имеют отрицательную вещественную часть, что свидетельствует об устойчивости системы. Это подтверждается фазовым портретом и построенными ЛАЧХ и ЛФЧХ.

Вещественные части полюсов замкнутой передаточной функции так же имеют отрицательную обратную связь, что говорит об устойчивости системы. Это подтверждает график переходного процесса.