

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 - 9

Выполнил _____ (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: $a_0 = 1, a_1 = 2, a_2 = 3, b_0 = 0, b_1 = 4$

В итоге получается функция вида:

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

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.

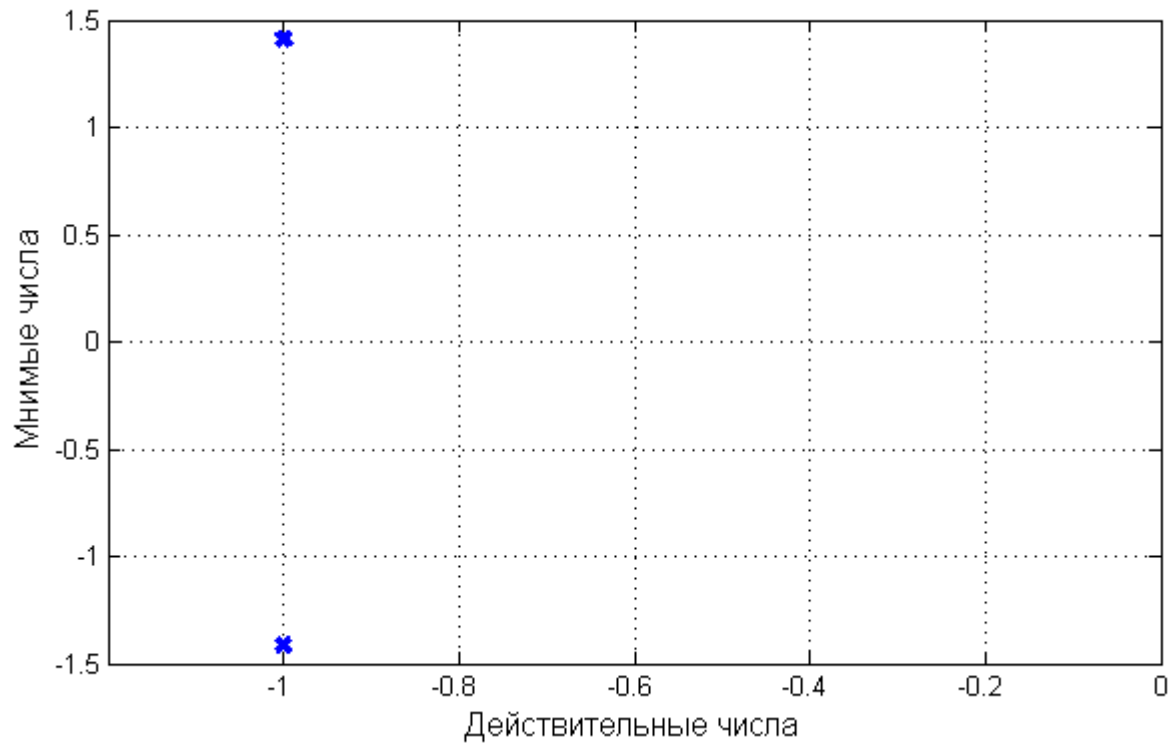


Рисунок 1 – Схема нулей и полюсов функции

Полученные полюса:

$$s_1 = -1 + 1.4142i$$

$$s_2 = -1 - 1.4142i$$

1.2 Получение графика логарифмических амплитудночастотной и фазочастотной характеристик

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

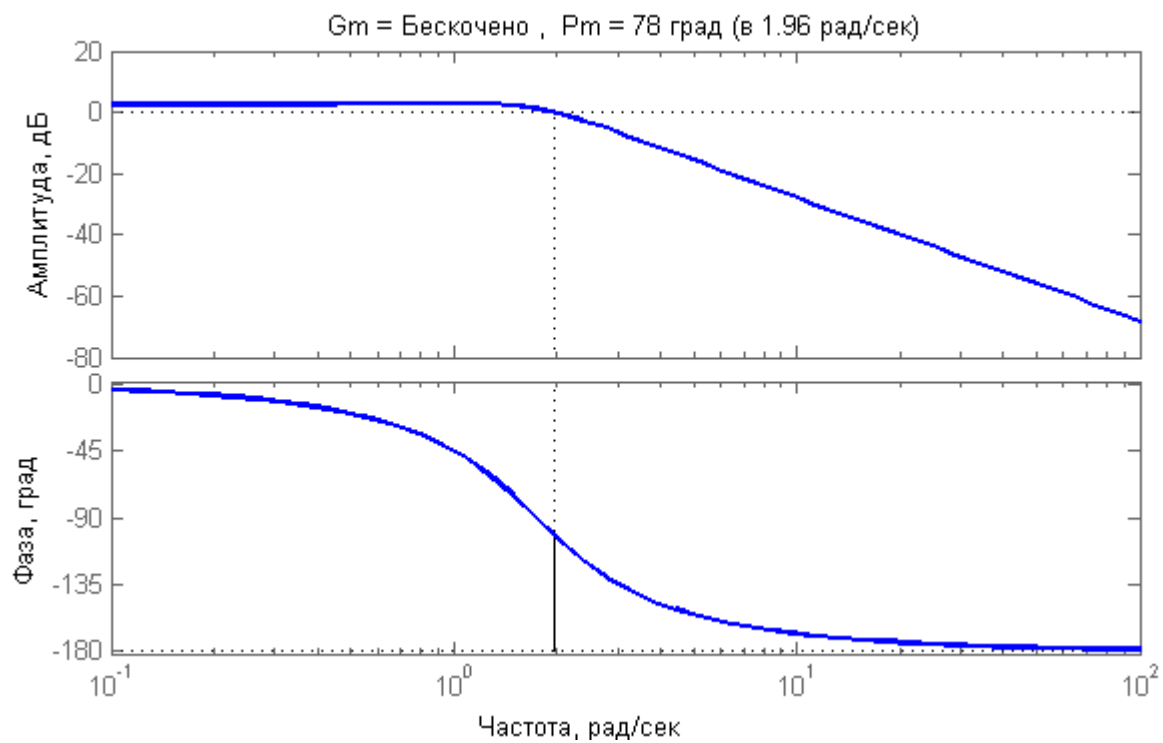


Рисунок 2 – Графики логарифмических АЧХ и ФЧХ

По графику видно, что запас устойчивости по амплитуде бесконечный, а по фазе - 78 градусов.

1.3 Построение амплитудно-фазочастотной характеристики исходной системы

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

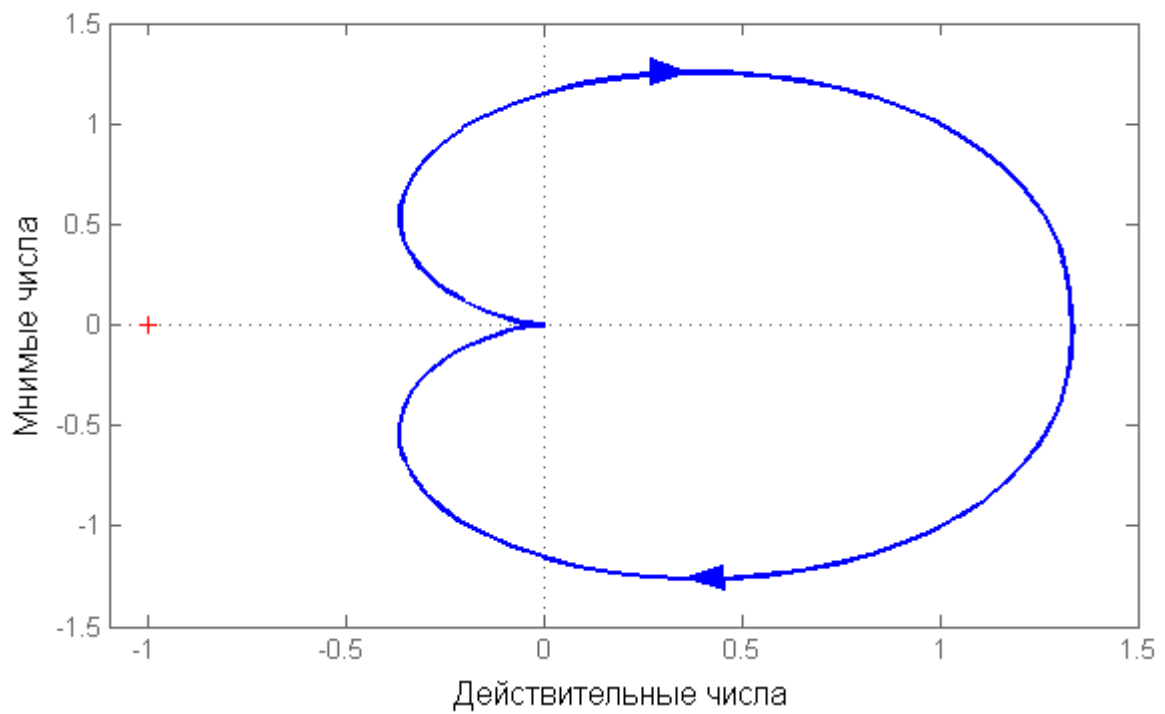


Рисунок 3 – Фазовый портрет разомкнутой системы

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:

$$W(s) = \frac{4s}{s(s^2 + 2s + 7)} = \frac{4}{s^2 + 2s + 7} \quad (3)$$

2.1 Нули и полюса передаточной функции замкнутой системы

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

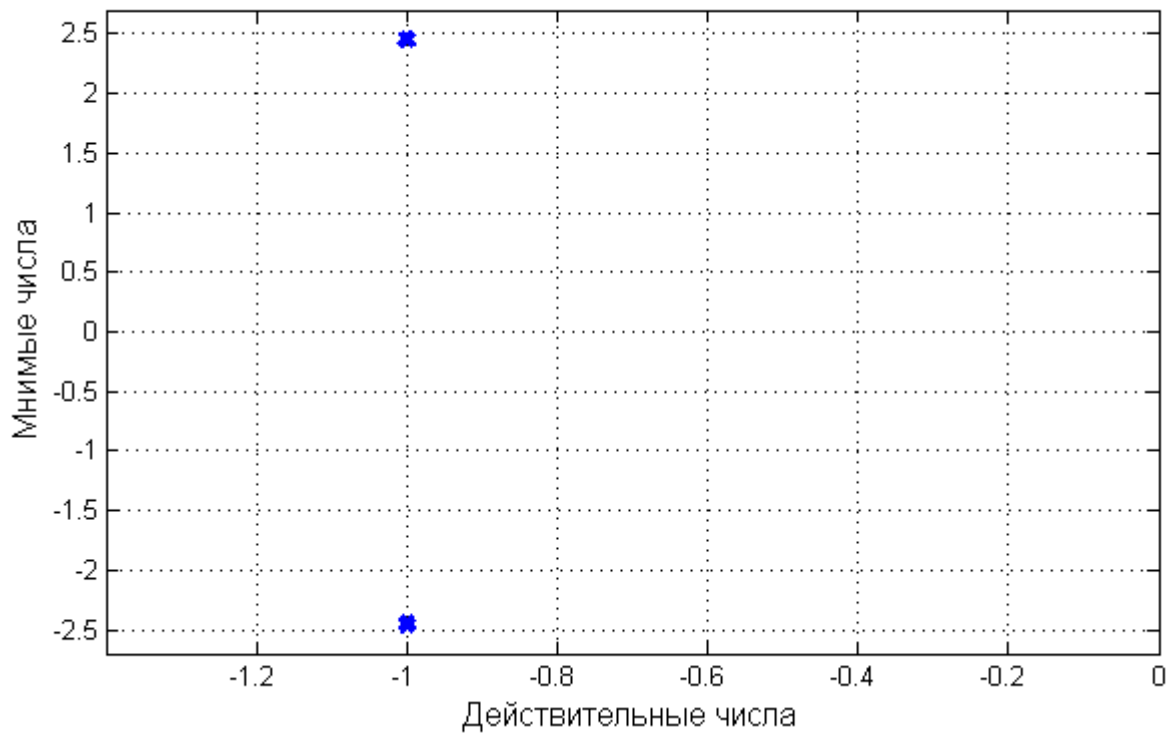


Рисунок 4 – Схема нулей и полюсов

Полученные полюса:

$$s_1 = -1 + 2.4495i$$

$$s_2 = -1 - 2.4495i$$

2.2 Получение графика переходной и весовой функций замкнутой системы

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

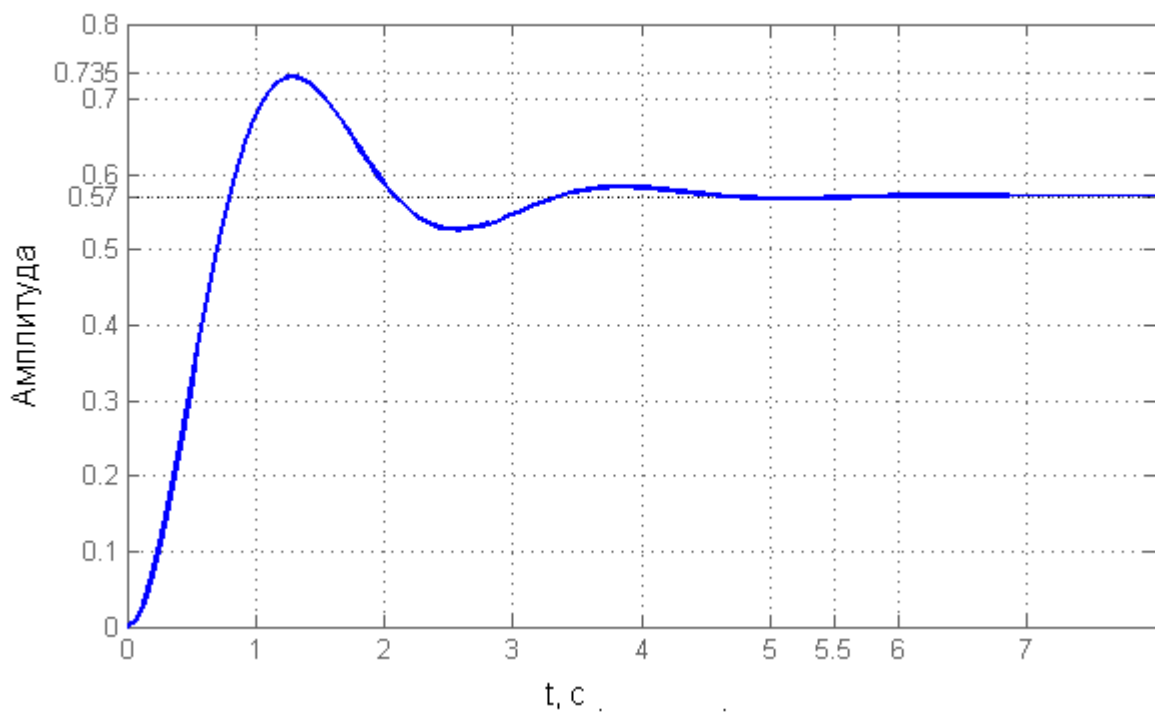


Рисунок 5 – График переходного процесса замкнутой системы

По графику переходного процесса функции видно, что установившееся значение 0.57, время переходного процесса $t_n = 5.5с$, перерегулирование $\sigma = \frac{0.735-0.57}{0.57} * 100\% = 29\%$, затухание в данной системе равно нулю.

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:

$$A = \begin{bmatrix} -2 & -7 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

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

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

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. По ЛАЧХ видно, что запас устойчивости системы по амплитуде бесконечный, что говорит о том, что нельзя подобрать такой коэффициент обратной связи, который вывел бы эту систему из равновесия.

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