

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 - 02

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.

В качестве исследования выбраны линейные непрерывные динамические стационарные системы. Исходная модель разомкнутой системы представлена в форме вход-выход и описывается передаточной функцией вида:

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

Исходные данные

Значения коэффициентов, приведенных в таблице 1, a_0, a_1, a_2, b_0, b_1 в числителе и знаменателе передаточной функции 1, выбираются произвольно, причем $a_2 \neq 0, b_1 \neq 0$.

Таблица 1 – Коэффициенты передаточной функции

a_0	a_1	a_2	b_0	b_1
3	6	1	5	1

1 Анализ исходной разомкнутой системы

Исходя из выбранных нами исходных значений передаточная функция разомкнутой системы принимает вид:

$$W(s) = \frac{s + 5}{s(s^2 + 6s + 3)} = \frac{s + 5}{s^3 + 6s^2 + 3s + 1} \quad (2)$$

Найдем нули и полюса функции аналитически и при помощи функции Matlab - pzmap графически изобразим найденные решения на рисунке 1.

Из функции 2 находим нули и полюса:

$$\begin{cases} z_1 = 5 \\ p_1 = -5.48 \\ p_2 = -0.25 + j0.34 \\ p_3 = -0.25 - j0.34 \end{cases} \quad (3)$$

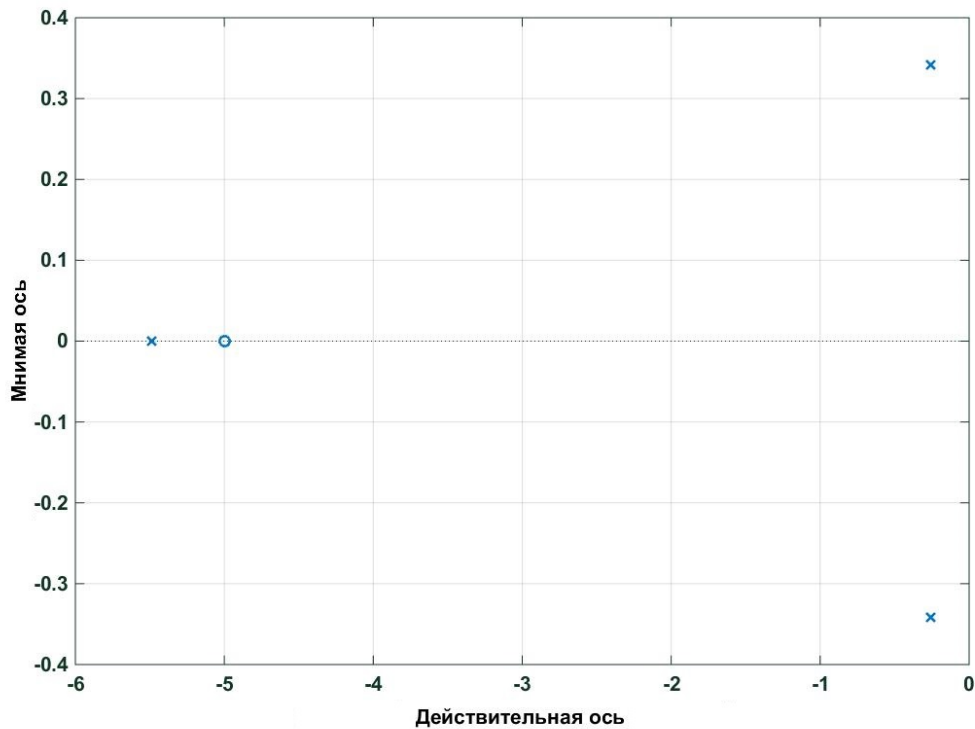


Рисунок 1 – Нули и полюса разомкнутой системы

Далее построим логарифмические АЧХ и ФЧК с помощью команды Matlab - margin. График, полученный в результате работы функции приведен на рисунке 2

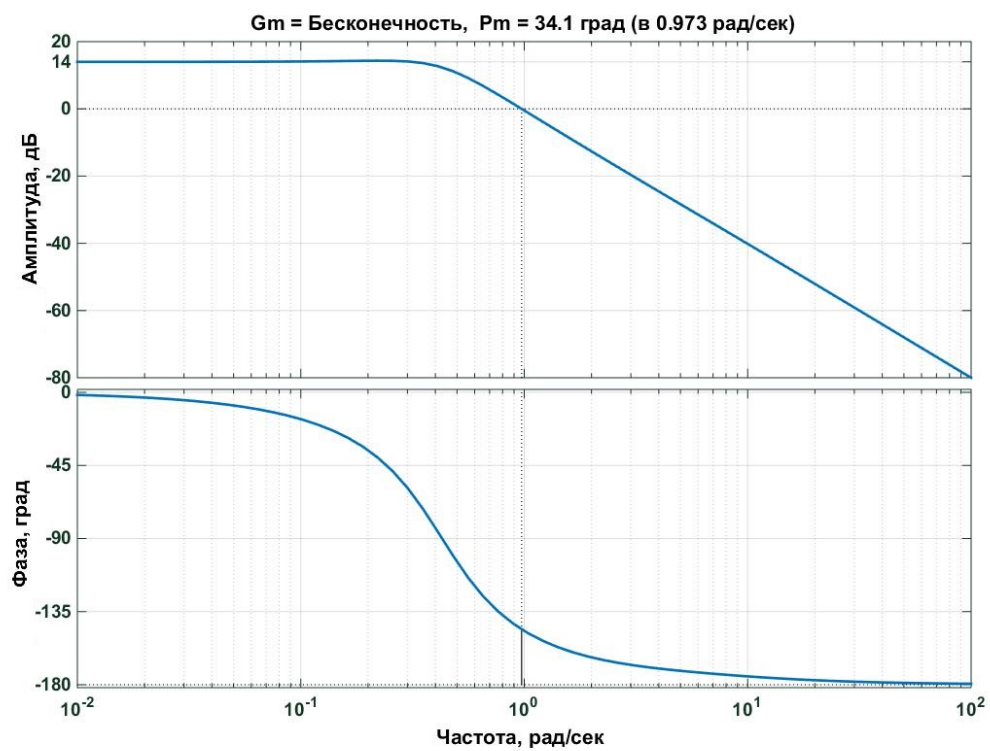


Рисунок 2 – Логарифмические характеристики разомкнутой системы

Из рисунка 2 видно, что запас устойчивости по амплитуде - ∞ , по фазе 34.1° .

При помощи функции `nyquist` построим АФЧХ переходной функции 2. Результат работы функции приведен на рисунке 3

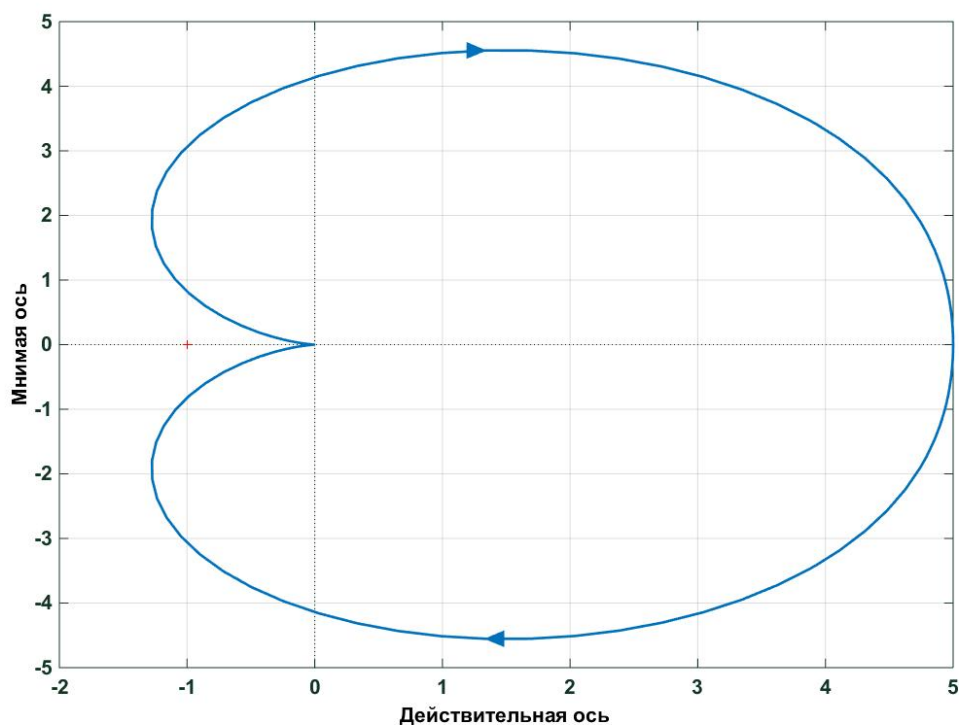


Рисунок 3 – Фазовый портрет разомкнутой системы

На рисунке 3 видно, что фазовый портрет системы не огибает точку $(-1; 0)$, другими словами, фаза системы при частоте среза меньше -180° . Следовательно, система является устойчивой по критерию Найквиста.

2 Анализ замкнутой системы

Передаточная функция системы, замкнутой отрицательной обратной связью, будет иметь вид:

$$\Phi(s) = \frac{s + 5}{s^3 + 6s^2 + (4 + K)s + 6K} \quad (4)$$

где K - коэффициент обратной связи.

Примем $K = 1$, тогда передаточная функция замкнутой системы принимает вид:

$$\Phi(s) = \frac{s + 5}{s^3 + 6s^2 + 4s + 6} \quad (5)$$

Найдем нули и полюса функции аналитически и при помощи функции Matlab - `pzmap` графически изобразим найденные решения на рисунке 4.

Из функции 5 находим нули и полюса:

$$\begin{cases} z_1 = 5 \\ p_1 = -5.48 \\ p_2 = -0.25 + j0.34 \\ p_3 = -0.25 - j0.34 \end{cases} \quad (6)$$

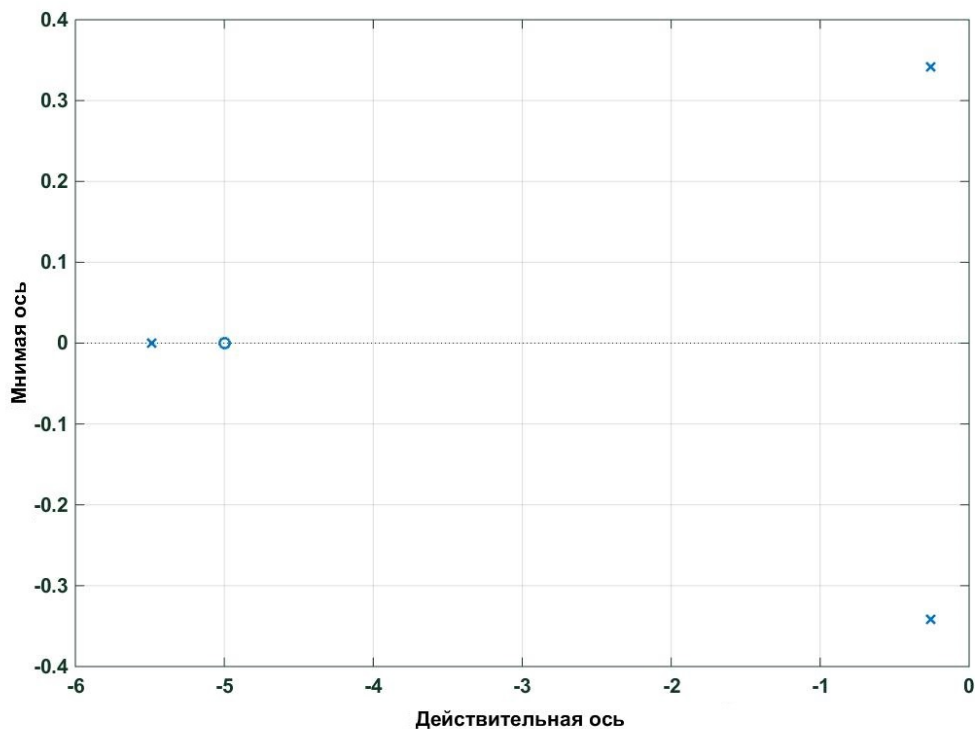


Рисунок 4 – Нули и полюса замкнутой системы

Воспользовавшись функциями Matlab - step и impulse построим графики переходной и весовой функции замкнутой системы. На рисунках 5 и 6 результаты работы этих функций.

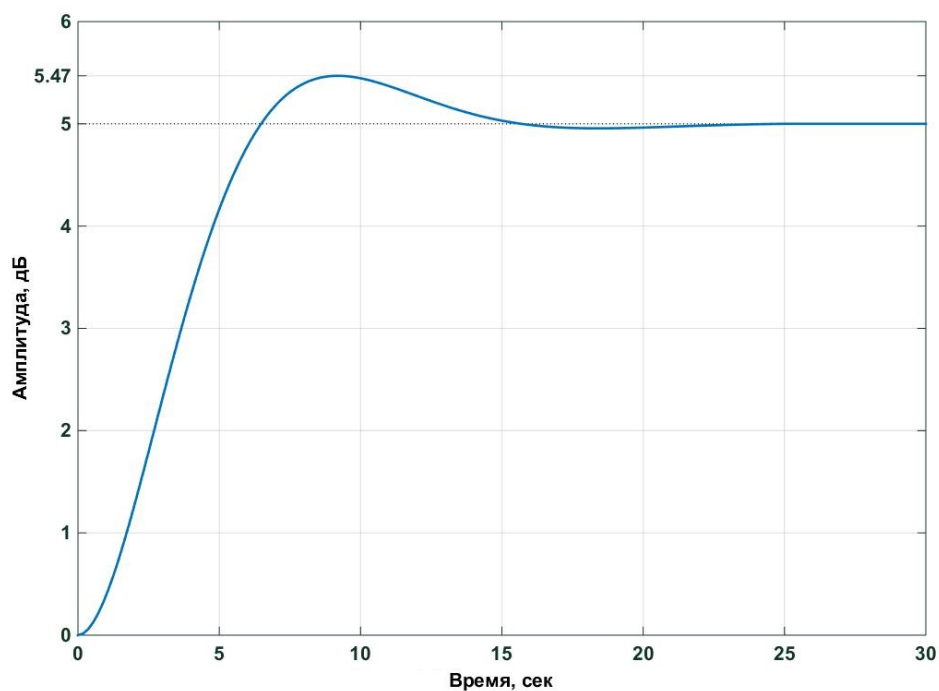


Рисунок 5 – График переходного процесса замкнутой системы

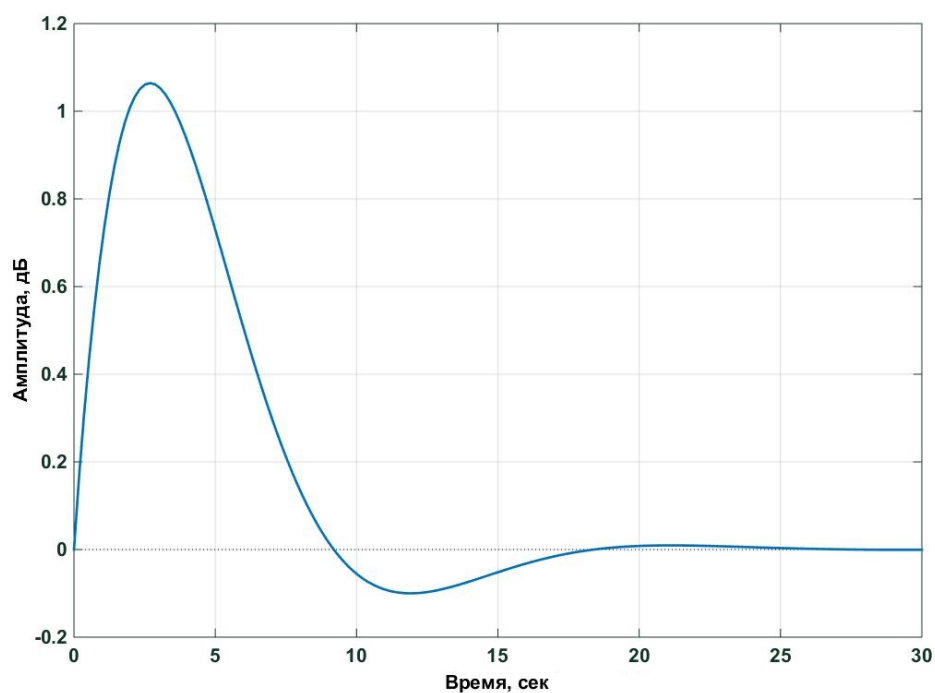


Рисунок 6 – Весовая функция

Из графика переходного процесса замкнутой системы видно, что установившееся значение 5, время переходного процесса $t_n = 25$ сек, перерегулирование $\sigma = \frac{5.47-5}{5} \cdot 100\% = 9.4\%$. Затухание в данной системе равно нулю.

Замкнутую системы можно представить в форме Вход-Состояние-Выход. Для этого воспользуемся командой $[A, B, C, D] = tf2ss(a, b)$, где a числитель, b - знаменатель. Получим матрицы.

$$A = \begin{bmatrix} -6 & -3 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

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

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 5 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix}$$

Вывод

В данной лабораторной работе мы исследовали разомкнутую и замкнутую систему с помощью пакета matlab control system toolbox(CST).

С помощью CST можно легко определить устойчивость разомкнутой системы по полюсам, отрицательная вещественная часть говорит о том, что система устойчивая. Также это подтверждается фазовым портретом, ЛАЧХ, ЛФЧХ. Из рисунка 2 видно, что запас устойчивости по амплитуде - бесконечный, это значит, что любой коэффициент обратной связи будет приводить к устойчивости системы.

Все это подтверждает график переходного процесса 5, который показывает нам, что система устойчива.