



# Задание

## Цель работы

Ознакомление с экспериментальными методами построения областей устойчивости линейных динамических систем и изучение влияния на устойчивость системы ее параметров. В работе будет изучаться система третьего порядка, типичная для широкого класса электромеханических объектов управления. При зафиксированной постоянной времени  $T_1$  и изменении параметров  $T_2$  и  $k$  ставится цель определить границу устойчивости на основе критерия Гурвица.

## Исходные данные

$$T_1 = 2c$$

На рисунке 1 изображена структурная схема моделируемой системы:

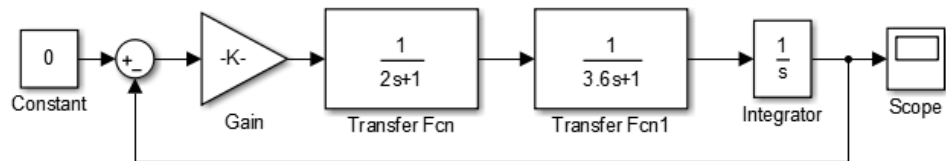


Рисунок 1 — Структурная схема моделируемой системы

# 1 Исследование устойчивости при варьировании параметров $k$ и $T_2$

На рисунке 2 изображён график выходного сигнала системы, имеющий устойчивый характер:

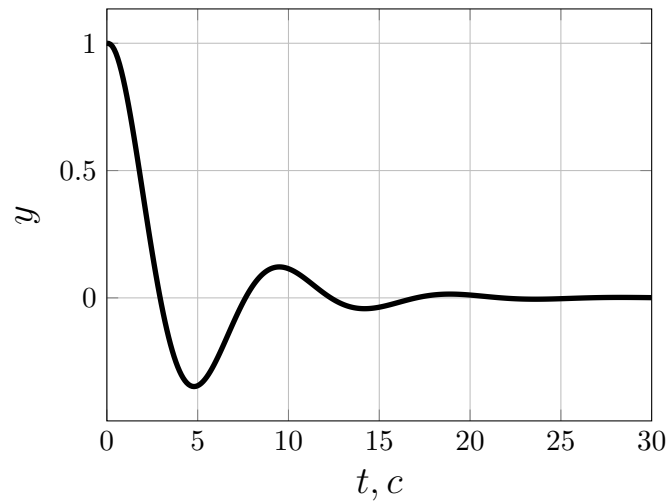


Рисунок 2 — Результаты моделирования при  $k = 1, T_2 = 0.1$

На рисунке 3 изображён график выходного сигнала системы при устойчивости нейтрального типа:

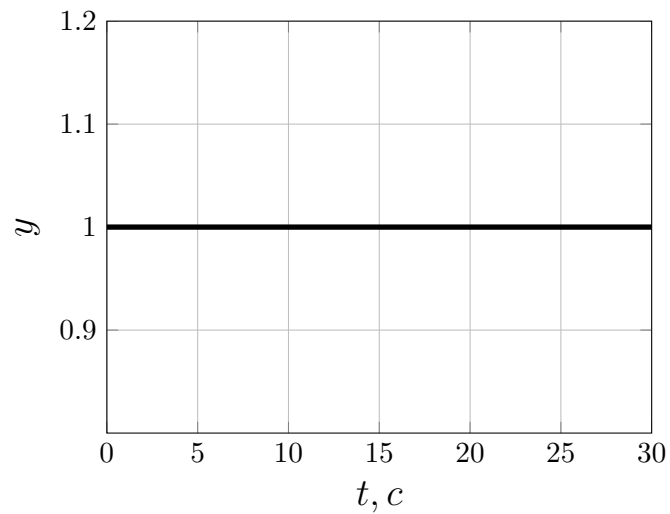


Рисунок 3 — Результаты моделирования при  $k = 1, T_2 = 0.1$

На рисунке 4 изображён график выходного сигнала системы при устойчивости колебательного типа:

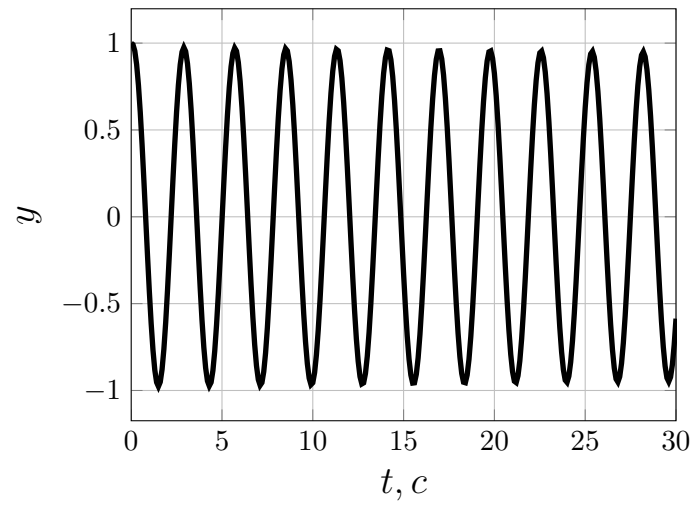


Рисунок 4 — Результаты моделирования при  $k = 10.5$ ,  $T_2 = 0.1$

На рисунке 5 график выходного сигнала системы представлен при типичной неустойчивости:

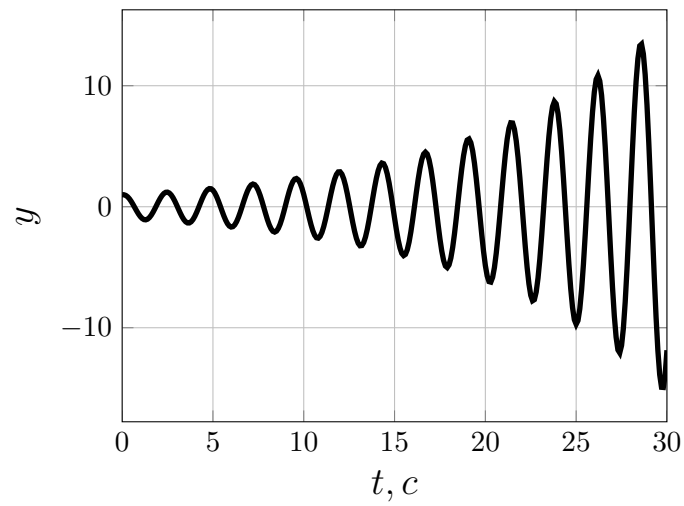


Рисунок 5 — Результаты моделирования при  $k = 15$ ,  $T_2 = 0.1$

## 2 Теоретический расчёт границы устойчивости с использованием критерия Гурвица

Найдём передаточную функцию системы:

$$W(s) = \frac{k}{2T_2s^3 + (2 + T_2)s^2 + s + k} \quad (1)$$

Составим матрицу Гурвица:

$$\begin{bmatrix} (2 + T_2) & k & 0 \\ 2T_2 & 1 & 0 \\ 0 & (2 + T_2) & k \end{bmatrix} \quad (2)$$

Запишем критерии колебательной устойчивости:

$$\begin{cases} 2 + T_2 > 0 \\ k = \frac{2 + T_2}{2T_2} \\ k > 0 \end{cases} \quad (3)$$

А также запишем критерии для устойчивости нейтрального типа:

$$k = 0 \quad (4)$$

Таким образом, меняя параметр  $T_2$  можно получить необходимую границу устойчивости. На рисунке 6 представлены графики экспериментальной и теоретической границ устойчивости.

При экспериментальном подборе значений коэффициента  $k$  для разных значений  $T_2$  была получена таблица значений для построения экспериментальной границы устойчивости. Экспериментальные и теоретические точки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для определения границы устойчивости

$T_2, c$	0.1	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
$k_{expr}$	10.55	2.5	1.5	1.166	1	0.9	0.83	0.79	0.75	0.72	0.7
$k_{anal}$	10.5	2.5	1.5	1.166	1	0.9	0.83	0.79	0.75	0.72	0.7

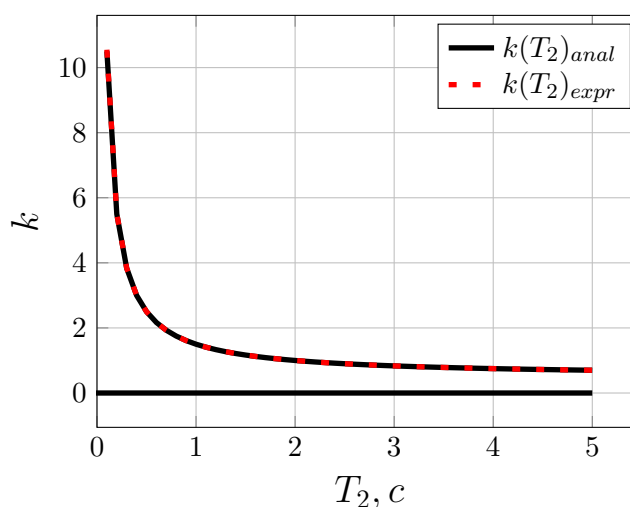


Рисунок 6 — Полученная теоретически граница устойчивости

Как видно на рисунке 6, полученные графики идентичны, за исключением точки (0.1; 10.55).

## Выводы

В данной лабораторной работе я изучил систему третьего порядка на предмет устойчивости. Для определения границы устойчивости я выбрал 2 параметра ( $T_2$  и  $k$ ), а затем путём их варьирования на основе критерия Гурвица для системы третьего порядка получил массив значений для построения границы устойчивости. На основе полученных данных можно сказать, что график устойчивости представляет собой ветвь гиперболы, ограниченную снизу прямой  $k = 0$ .