

**Цель работы.** Ознакомление с экспериментальными методами построения областей устойчивости линейных динамических систем и изучение влияния на устойчивость системы ее параметров.

**Исходные данные.** Необходимо исследовать систему при  $g = 0$ ,  $y(0) = 1$  и  $T_1 = 1$ . Сама система представлена на следующем рисунке.

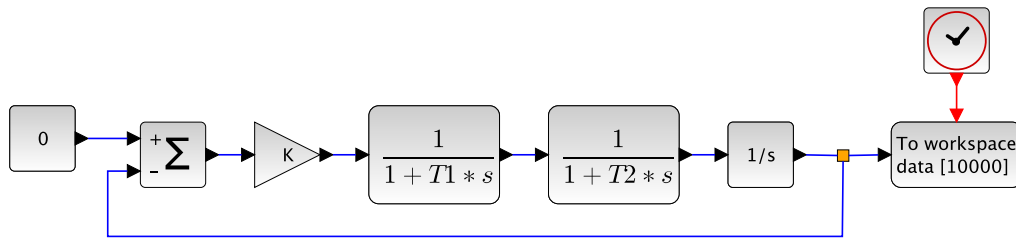
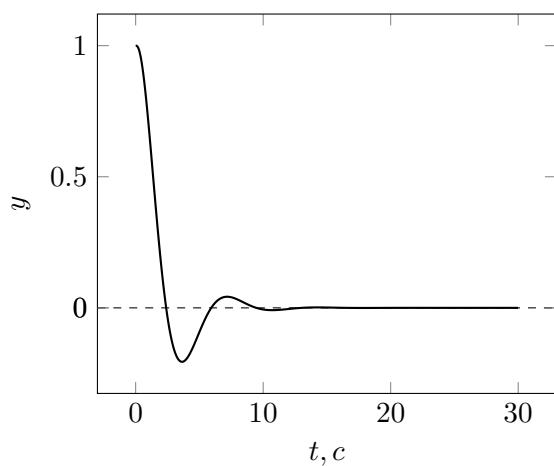


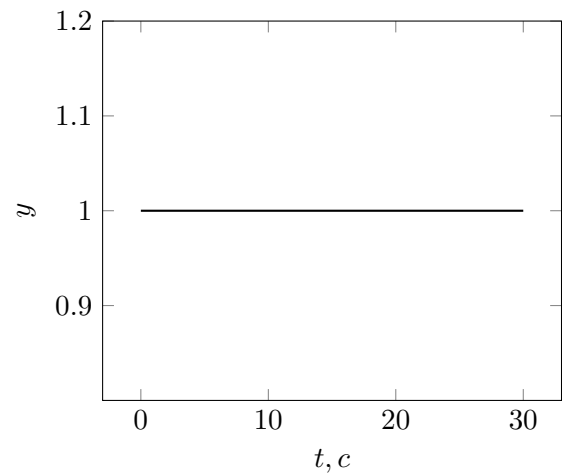
Рис. 1: Исследуемая система.

## Устойчивость системы.

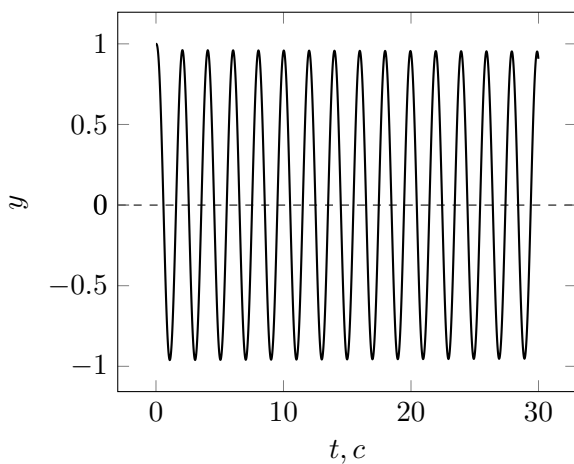
На рисунке 2 показаны переходные характеристики системы при различных  $k$  и  $T_2 = 0.1$ . Соответственно на рисунке 1 (а) при  $k = 1$ , (b) при  $k = 0$ , (c) при  $k = 11$ , (d) при  $k = 25$ .



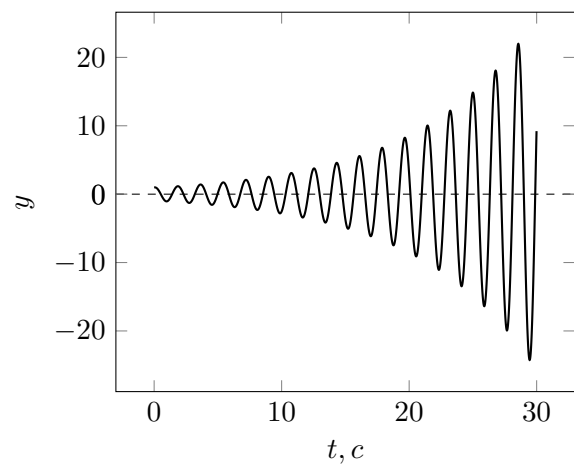
(a) Устойчивая система.



(b) Граница устойчивости нейтрального типа.



(c) Граница устойчивости колебательного типа.



(d) Неустойчивая система.

Рис. 2: Устойчивость системы.

## Анализ устойчивости системы.

Предаточная функция исходной системы выглядит следующим образом:

$$W(s) = \frac{K}{T_1 T_2 s^3 + (T_1 + T_2) s^2 + s + K} \quad (1)$$

Для анализа устойчивости системы составим матрицу Гурвица.

$$H_3 = \begin{bmatrix} T_1 + T_2 & K & 0 \\ T_1 T_2 & 1 & 0 \\ 0 & T_1 + T_2 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Из этой матрицы можем, используя условие Гурвица, получить уравнение для системы на границы устойчивости колебательного типа.

$$\begin{cases} T_1 + T_2 - K T_1 T_2 = 0 \\ T_1 + T_2 > 0 \\ K > 0 \end{cases} \quad (3)$$

А также можно получить условие для системы на границе устойчивости нейтрального типа.

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

Получив все необходимые уравнения мы можем построить график зависимости  $K(T_2)$ ,  $T_2 \in [0.1, 5]$ . Как видно из уравнения (2) - эта зависимость является гиперболой, в случае же уравнения (3) - просто прямой  $K = 0$ ,  $T_2 \in (-\infty, +\infty)$ . График данной зависимости представлен ниже на рисунке 3.

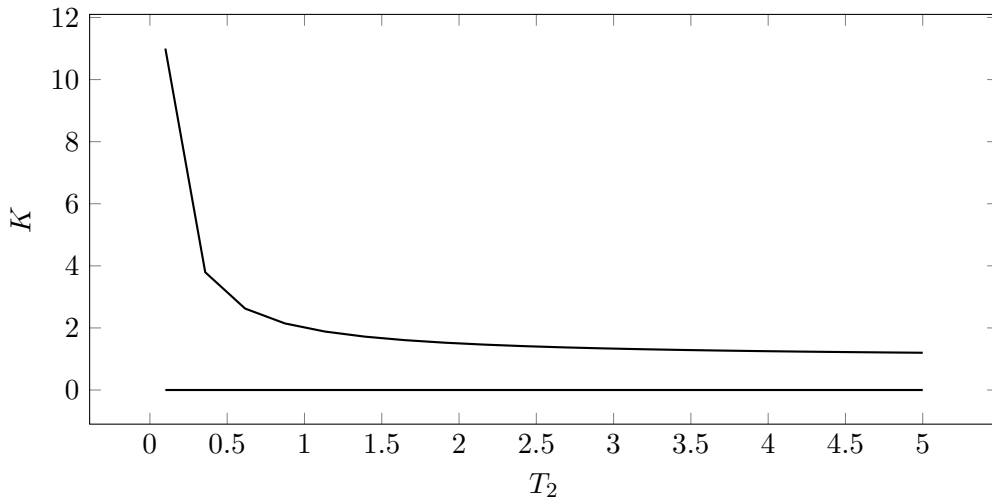


Рис. 3: График границы устойчивости  $K(T_2)$ .

## Выводы

В данной работе мы экспериментально и аналитически оценили устойчивость системы, варьируя ее параметры  $K$  и  $T_2$ , зафиксировав при этом  $T_1$ . Данные экспериментальной части и аналитической полностью соответствуют.