

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.

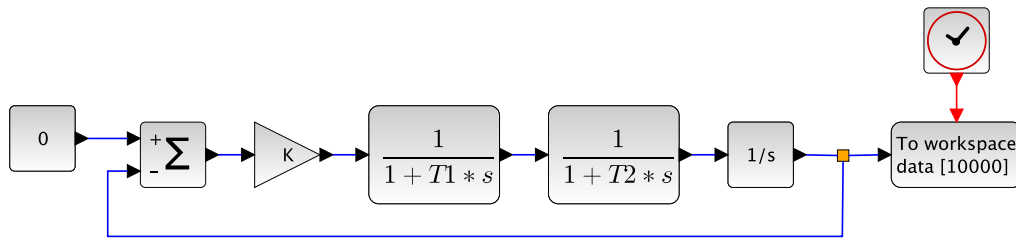
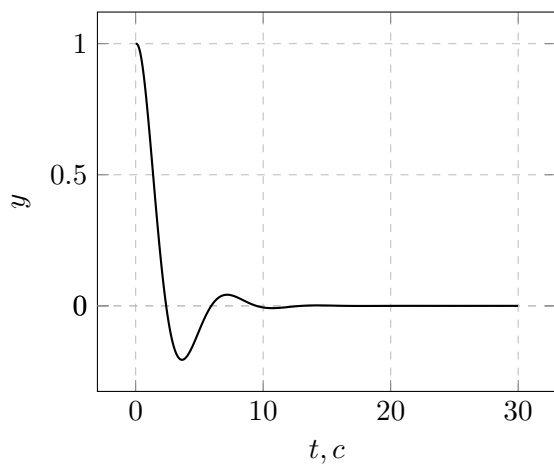


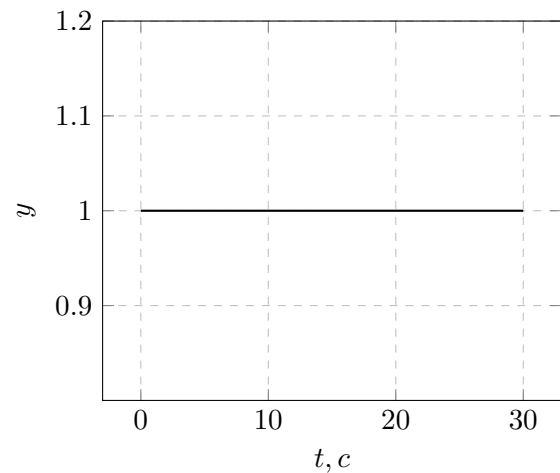
Рис. 1 – Исследуемая система.

Устойчивость системы

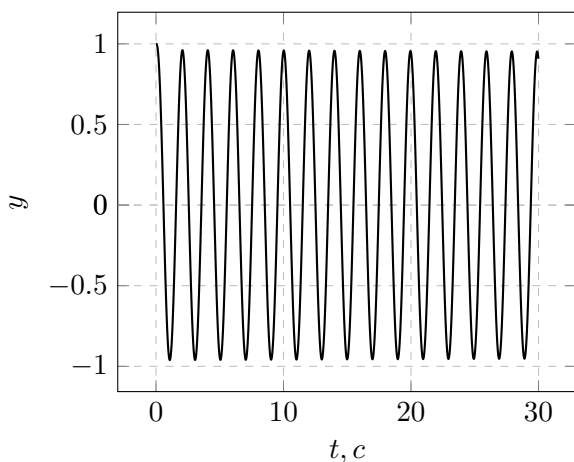
На рисунке 2 показаны переходные характеристики системы при различных k и $T_2 = 0.1$. Соответственно на рисунке 1 (а) при $k = 1$, (б) при $k = 0$, (с) при $k = 11$, (д) при $k = 25$.



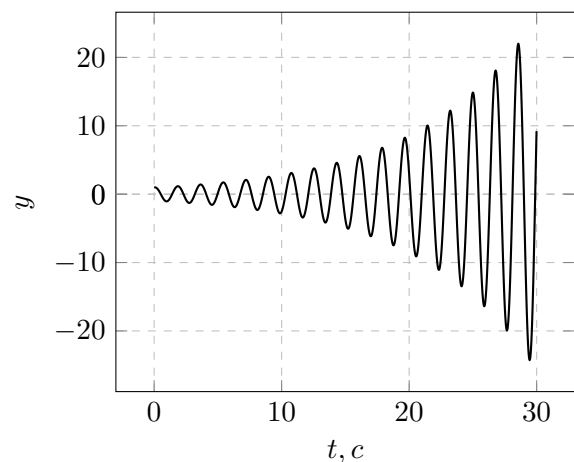
(а) Устойчивая система.



(б) Граница устойчивости нейтрального типа.



(с) Граница устойчивости колебательного типа.



(д) 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.

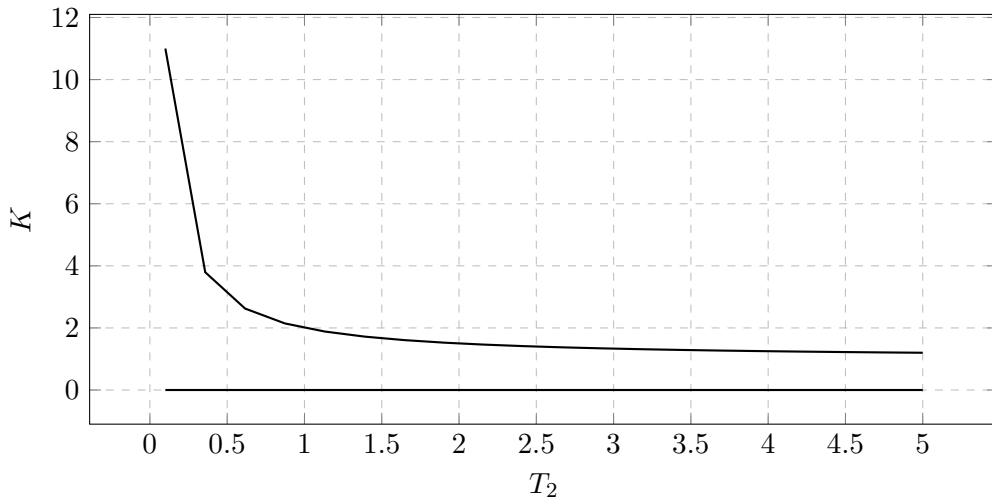


Рис. 3 – График границы устойчивости $K(T_2)$.

Выводы

В данной работе мы экспериментально и аналитически оценили устойчивость системы, варьируя ее параметры K и T_2 , зафиксировав при этом T_1 . Аналитическую оценку позволил получить критерий Гурвица. Соответственно по составленной матрице (2) мы смогли получить и составить условия границы устойчивости (3) и (4), после чего убедились в правильности полученных экспериментальных значений.