

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

**Исходные данные.** Требуется построить границу устойчивости системы изменяя значение  $T_2$  от 0.1 до 5, подбирая  $K$  таким образом, чтобы система была на границе устойчивости. При этом параметр  $T_1$  зафиксирован  $T_1=2.5$ .

Расчитать аналитически границу устойчивости.

# 1 Моделирование системы

На рисунке 1 представлена модель исследуемой системы.

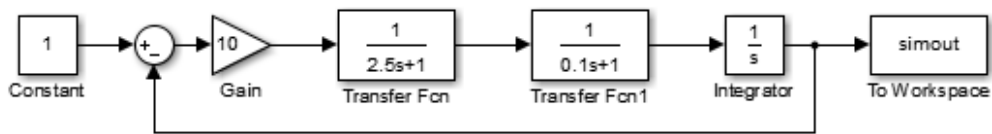


Рис. 1 – Модель исследуемой системы

На риунках 2,3,4 показаны преходные характеристики системы при различных  $K$  и  $T_2 = 0.1$ . На рисунке 2 при  $K = 15$  система не устойчива, на рисунке 3 при  $K = 5$  система устойчива, на рисунке 4 при  $K = 10.5$  - система находится на колебательной границе устойчивости.

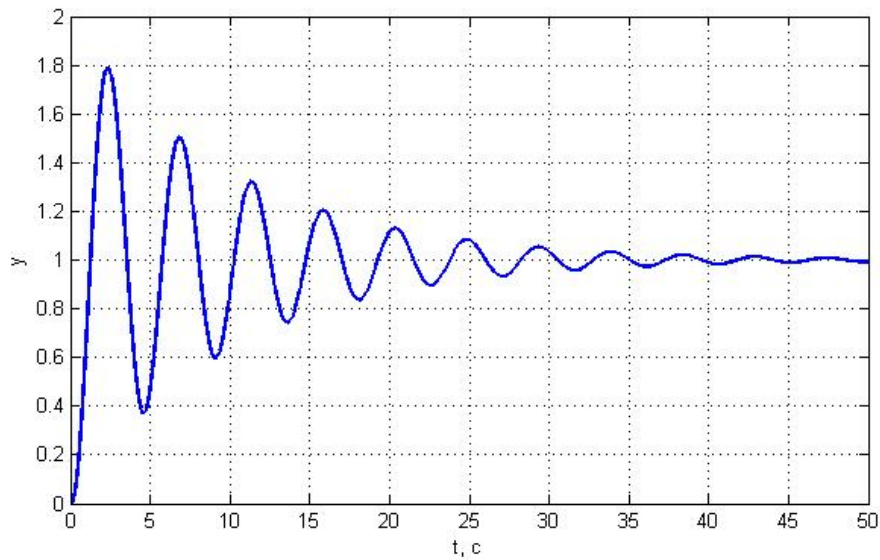


Рис. 2 – Устойчивая система

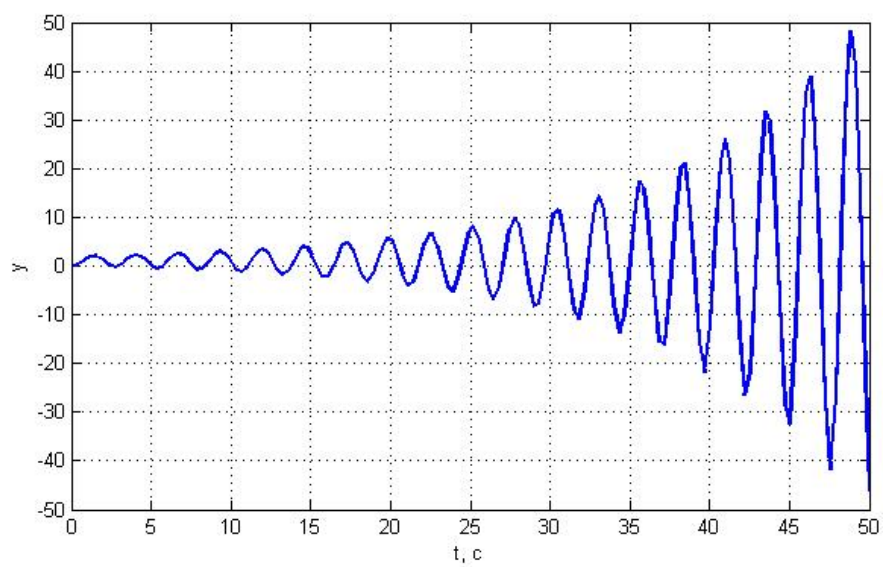


Рис. 3 – Устойчивая система

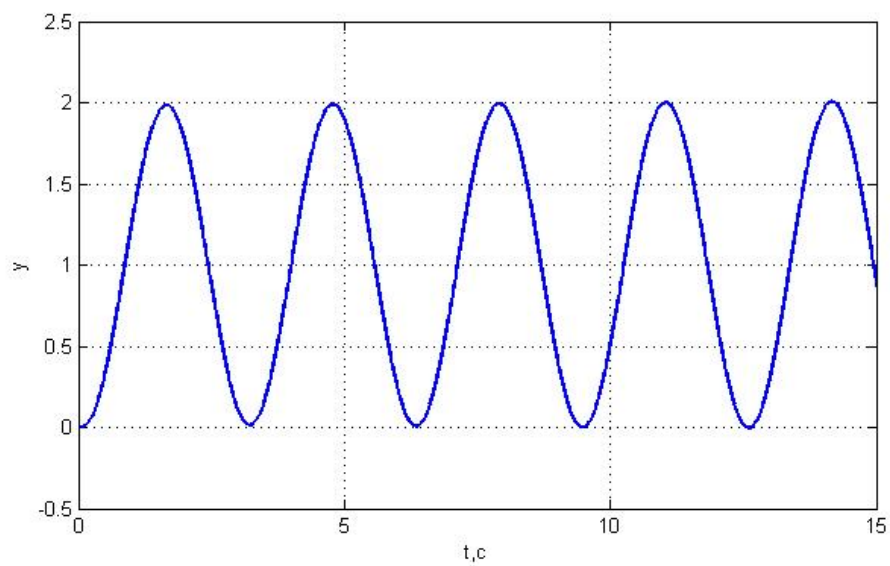


Рис. 4 – Граница устойчивости колебательного типа

## 2 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.

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

Из этой матрицы можем, используя условие Гурвица, получить необходимое для аналитического расчета равенство

$$K = \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \quad (3)$$

Произведем расчет границы устойчивости аналитически и сравним с полученной моделированием системы.

Таблица 1 – Данные полученные моделированием и аналитически

T2, с	0,10	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
K, э	10,50	2,40	1,40	1,10	0,90	0,80	0,77	0,70	0,65	0,60
K, р	10,40	2,40	1,40	1,07	0,90	0,80	0,73	0,69	0,65	0,60

На рисунках 5 и 6 построены графики по данным полученным моделированием и аналитически.

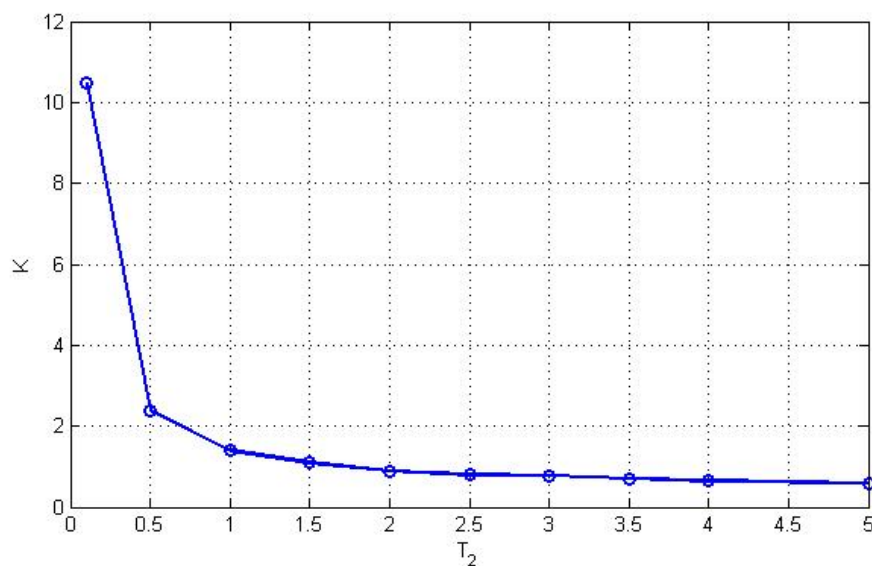


Рис. 5 – График границы устойчивости полученной экспериментально

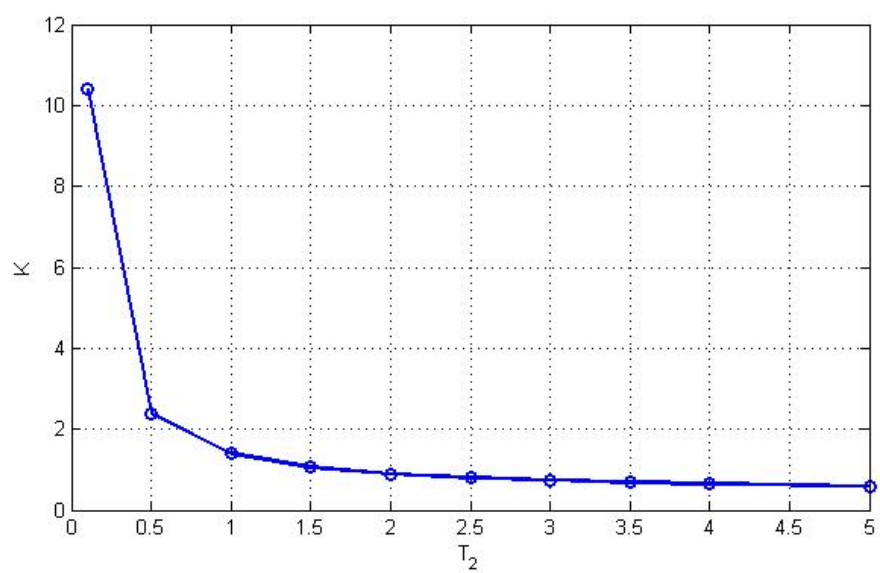


Рис. 6 – График границы устойчивости полученной аналитически

## Выводы

В данной работе мы экспериментально и аналитически построили границы устойчивости системы изменяя параметры  $K$  и  $T_2$ , при этом оставляя неизменным  $T_1$ . Исходя из условия Гурвица имея один зафиксированный параметр и изменяя второй можно получить границу устойчивости колебательного типа.

Данные полученные при моделировании и аналитические совпадают, но можно сделать вывод, что аналитический расчет точнее.