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 $T_1 = 0.5$. Сама система представлена на следующем рисунке.

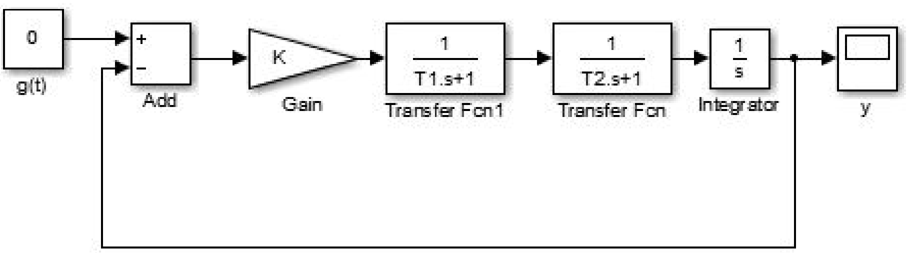

Рисунок 1 - Схема моделирования

1 Устойчивость системы

На рисунках 2, 3, 4 и 5 показаны переходные характеристики системы при различный k и $T_2 = 0.1$. Соответственно на рисунке 2 при $k = 3$,на рисунке 3 при $k = 0$,на рисунке 4 при $k = 12$,на рисунке 5 при $k = 15$.

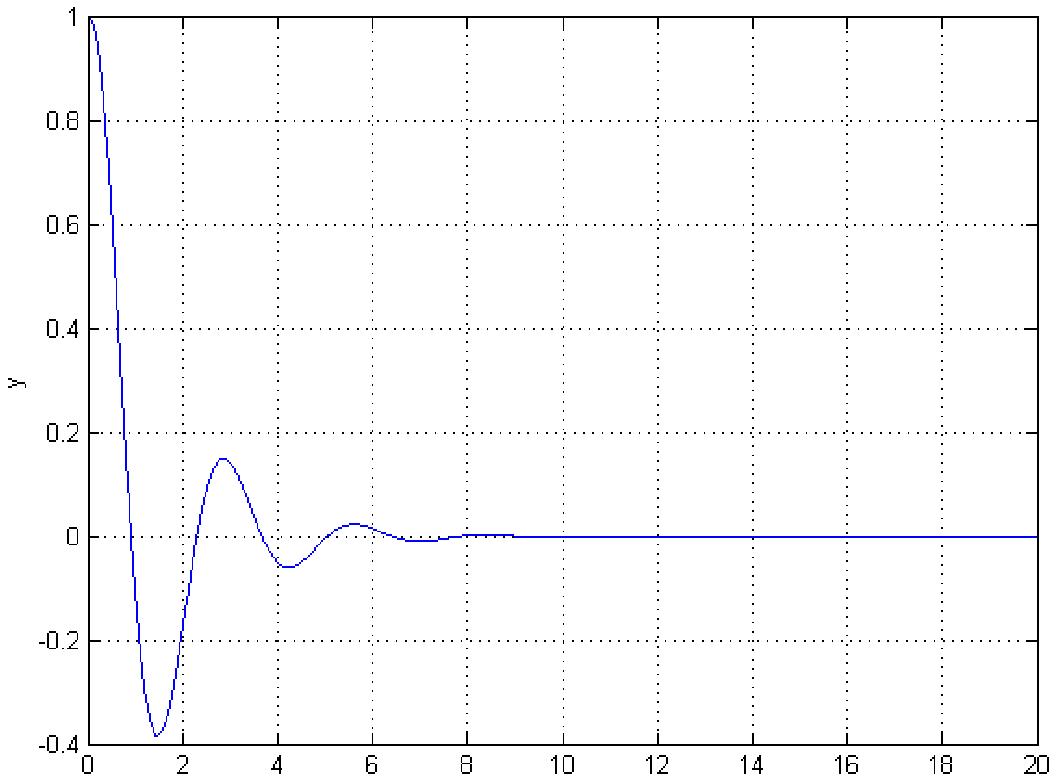

Рисунок 2 - Устойчивая система при K=3

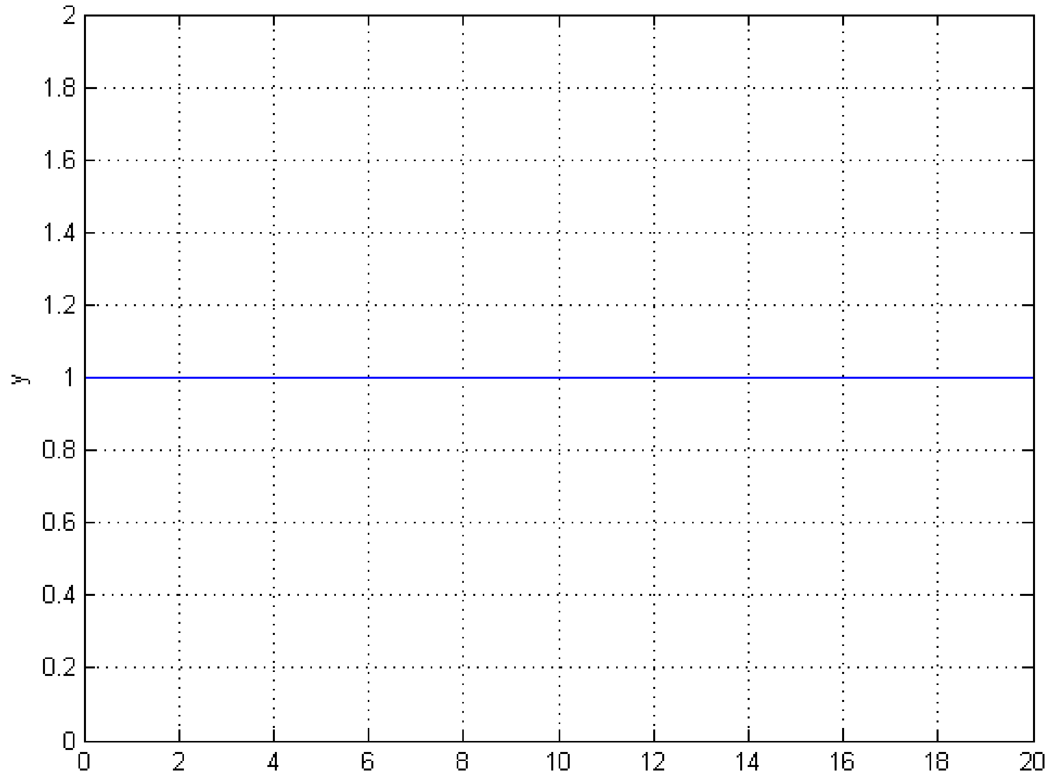

Рисунок 3 - Граница устойчивости нейтрального типа при K=0

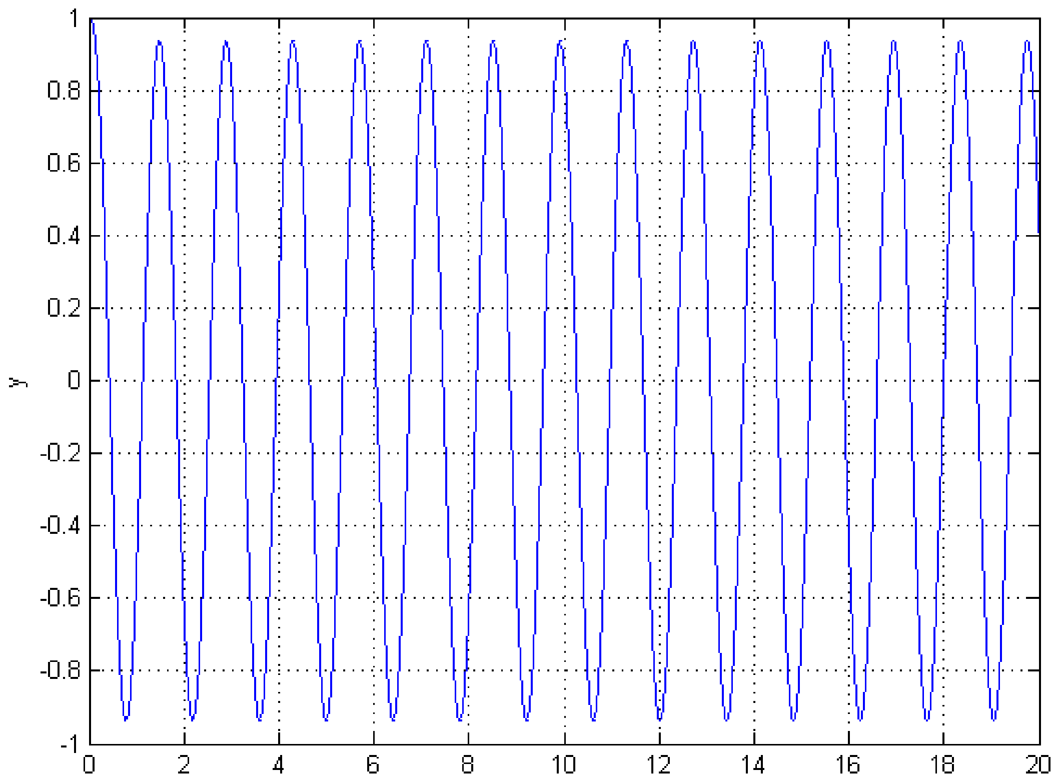

Рисунок 4 - Граница устойчивости колебательного типа при K=12

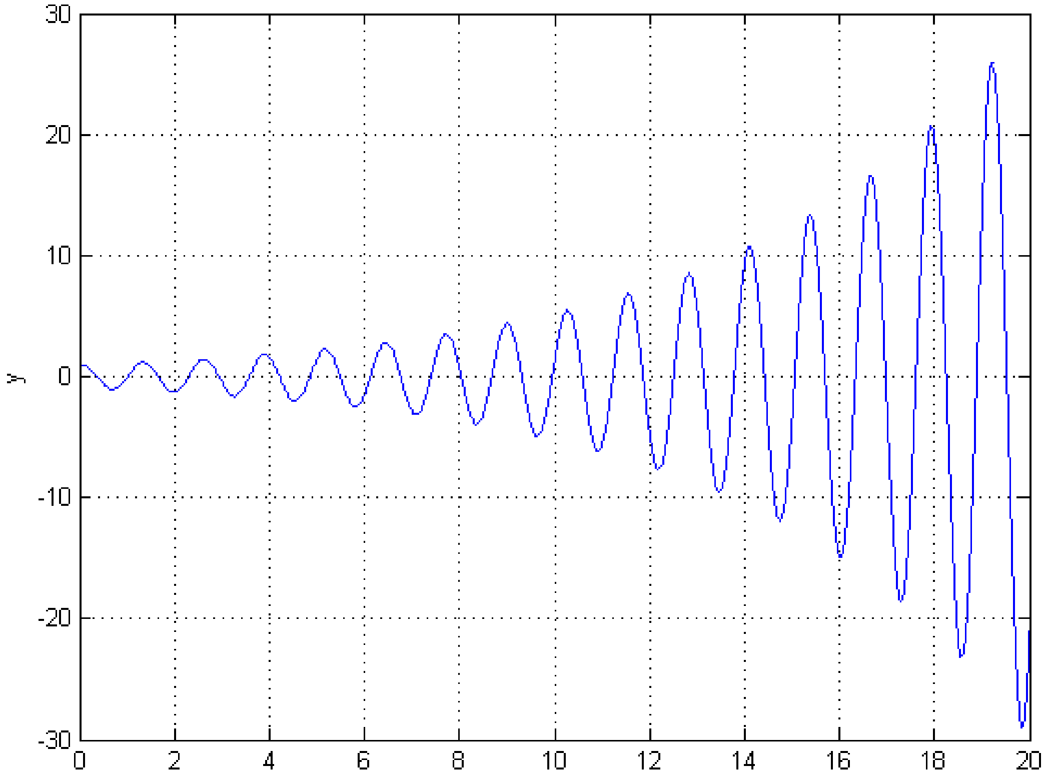

Рисунок 5 - Неустойчивость системы при K=15

2 Анализ устойчивости системы

Предаточная функция исходной сисемы выглядит следющим образом:

$$W(s) = \frac{K}{T_1T_2s^3 + (T_1 + T_2)s^2 + s + K} \tag{1}$$

Для анализа устойчивости системы составим матрицу Гурвица.

$$H_3 = \begin{bmatrix} T_1 + T_2 & K & 0 \\ T_1T_2 & 1 & 0 \\ 0 & T_1 + T_2 & 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

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

$$\begin{cases} T_1 + T_2 - KT_1T_2 = 0 \\ T_1 + T_2 > 0 \\ K > 0 \end{cases} \tag{3}$$

$$K = \frac{T_1 + T_2}{T_1T_2} \tag{4}$$

Таблица 1 – Сравнительный анализ теоретического и экспериментального расчета границы устойчивости системы

T_2,с	0.1	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5
K_e	12.2	4.1	2.9	2.6	2.4	2.3	2.1	2	2	2
K_p	12	4	3	2.67	2.5	2.4	2.3	2.25	2.2	2.2

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). График данной зависимости представлен ниже на рисунке 6 и 7.

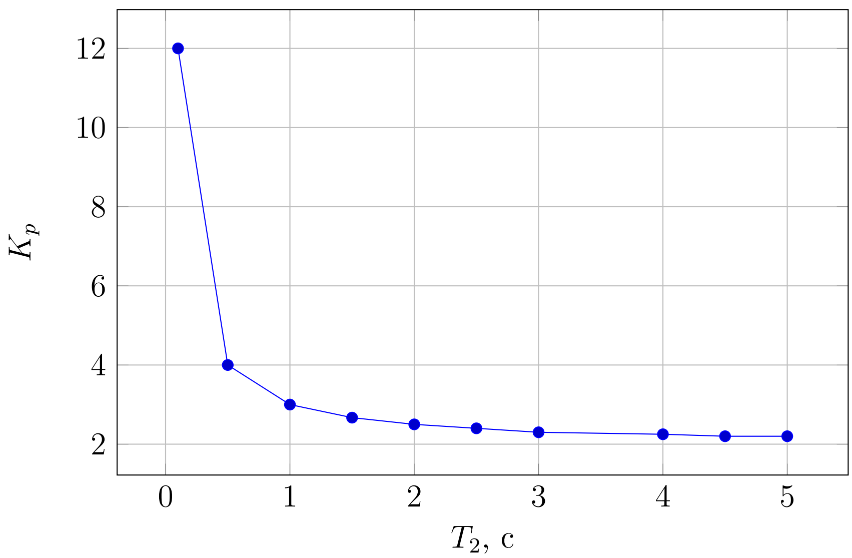

Рисунок 6 - Расчетная граница устойчивости

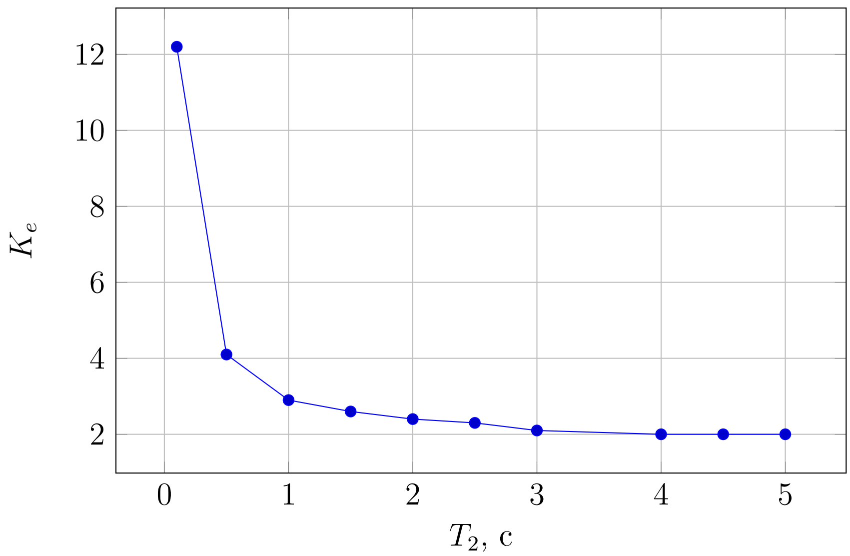

Рисунок 7- Эксперементальная граница устойчивости

Выводы

При проектировании систем большое значение имеет определение областей устойчивости в плоскости реальных параметров, присущих системе.

В данной работе, изменяя параметры K и T_2, а T_1 оставляя неизменным , с помощью математического моделирования и аналитических методов мы построили границы устойчивости системы исходя из условия Гурвица.

Данные полученные при математическом моделировании и аналитическом методе совпали.