

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

Кафедра Систем Управления и Информатики Группа Р3340

Лабораторная работа №8
“ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОСТРОЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ НА ПЛОСКОСТИ ДВУХ ПАРАМЕТРОВ ”
Вариант - 4

Выполнил _____ (подпись)
(фамилия, и.о.)

Проверил _____ (подпись)
(фамилия, и.о.)

" ____ " _____ 20 ____ г. Санкт-Петербург, 20 ____ г.

Работа выполнена с оценкой _____

Дата защиты " ____ " _____ 20 ____ г.

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 $T_1 = 1.25$. Сама система представлена на следующем рисунке.

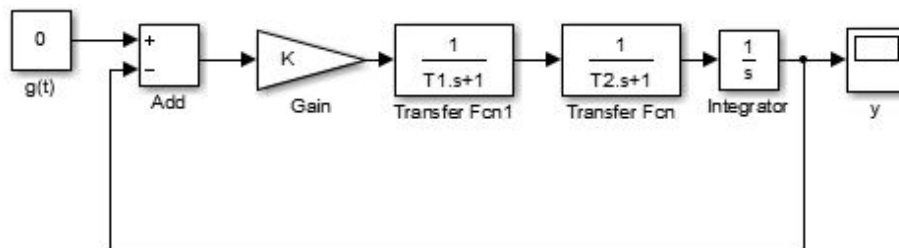


Рисунок 1 - Схема моделирования

1 Устойчивость системы

На рисунках 2, 3, 4 и 5 показаны переходные характеристики системы при различных k и $T_2 = 0.1$. Соответственно на рисунке 2 при $k = 1$, на рисунке 3 при $k = 0$, на рисунке 4 при $k = 11$, на рисунке 5 при $k = 15$.

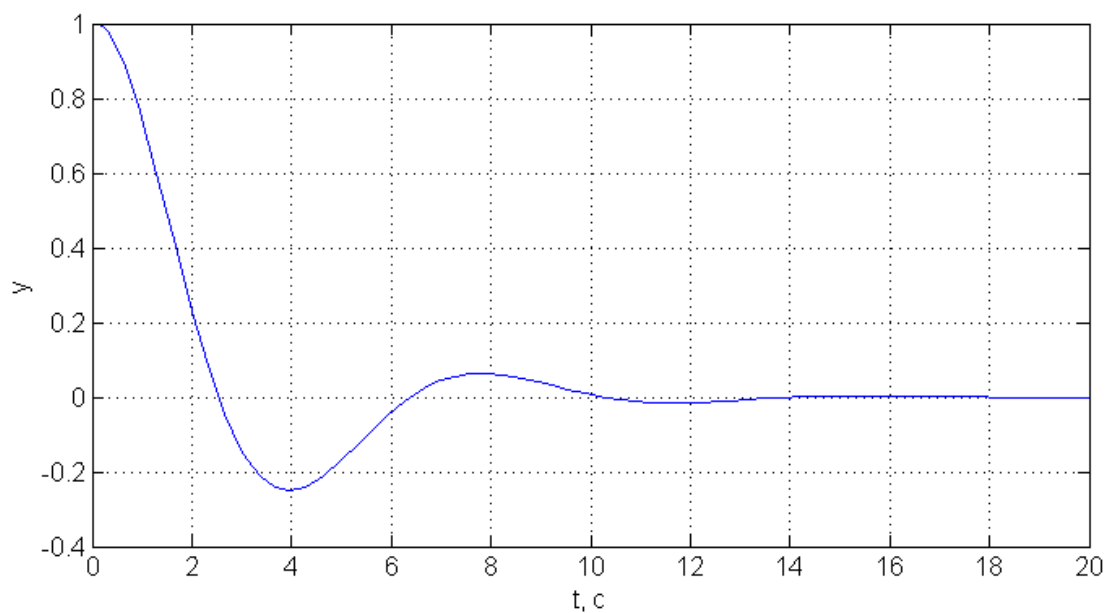


Рисунок 2 - Устойчивая система при $K=1$

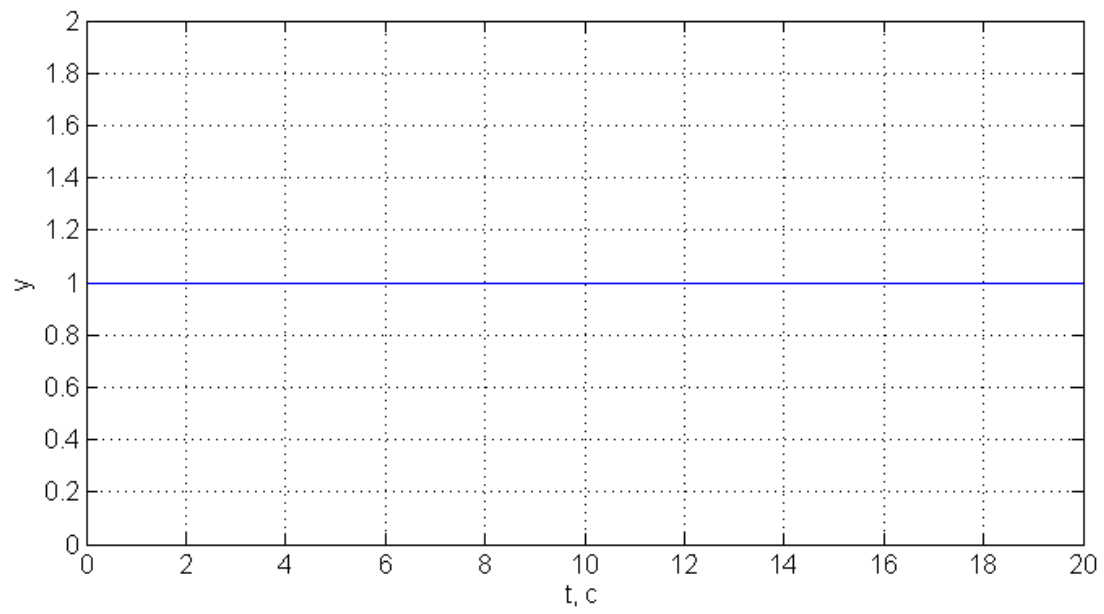


Рисунок 3 - Граница устойчивости нейтрального типа при $K=0$

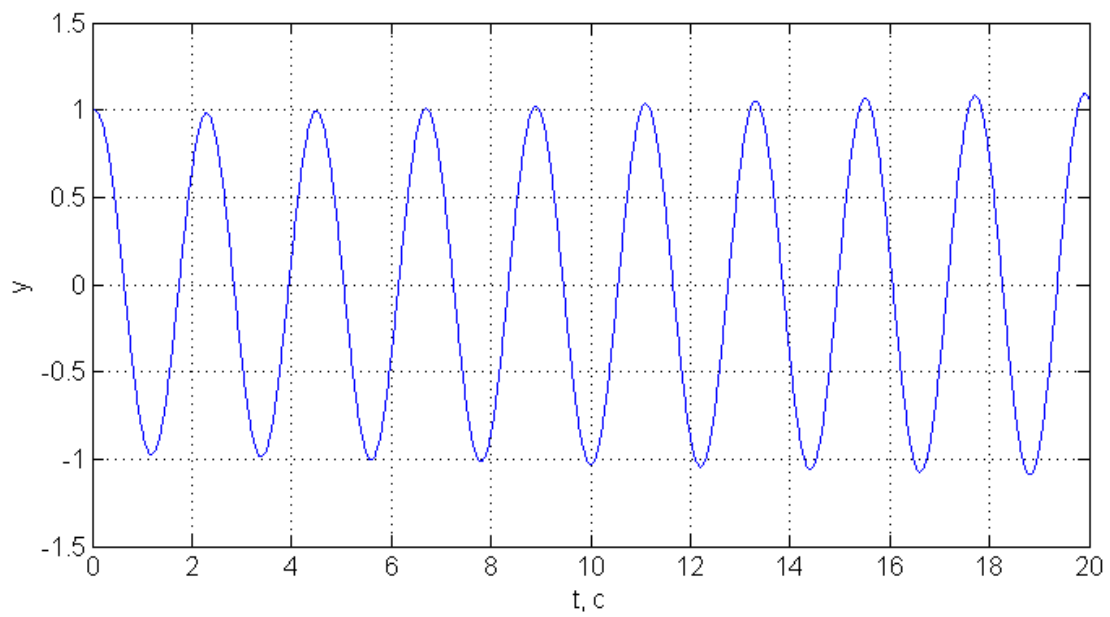


Рисунок 4 - Граница устойчивости колебательного типа при $K=11$

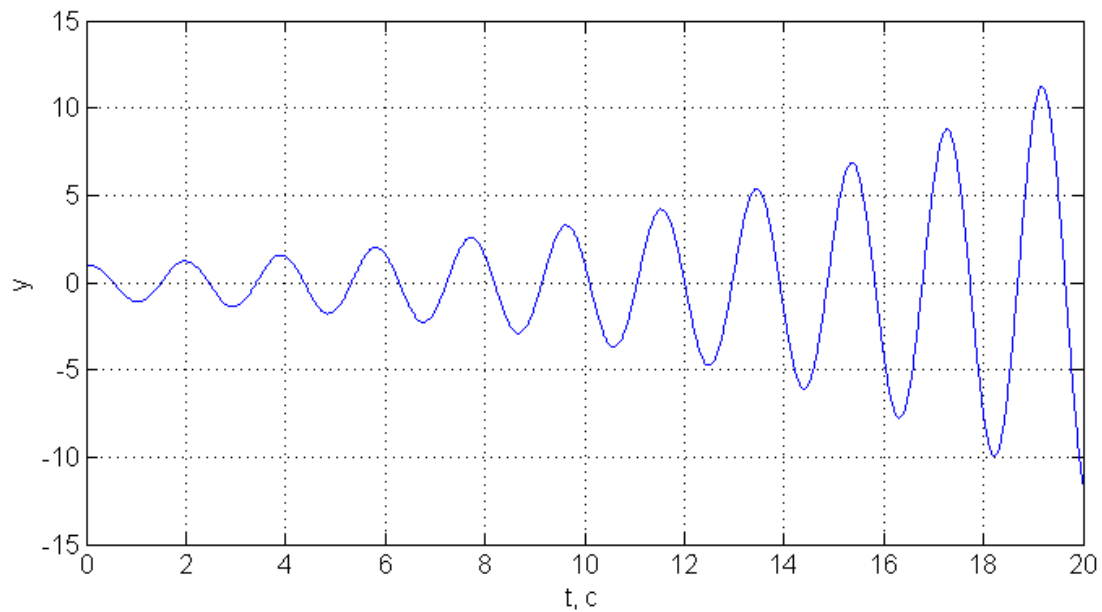


Рисунок 5 - Неустойчивость системы при K=15

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.

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

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

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

$$K = \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \quad (4)$$

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

T_2, c	0.1	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	4.5	5
K_e	11	2.7	1.9	1.5	1.32	1.22	1.1	1	1	1
K_p	10.8	2.8	1.8	1.47	1.3	1.2	1.13	1.05	1.02	1

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.

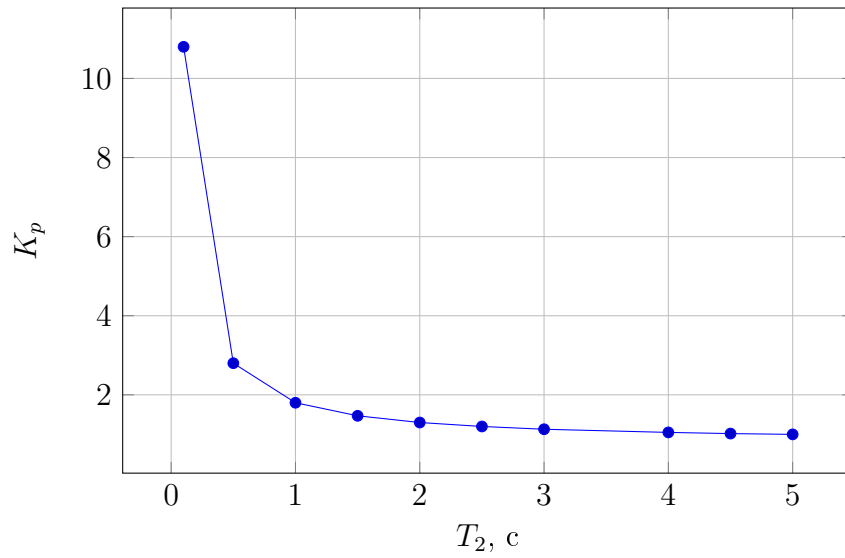


Рисунок 6 - Расчетная граница устойчивости

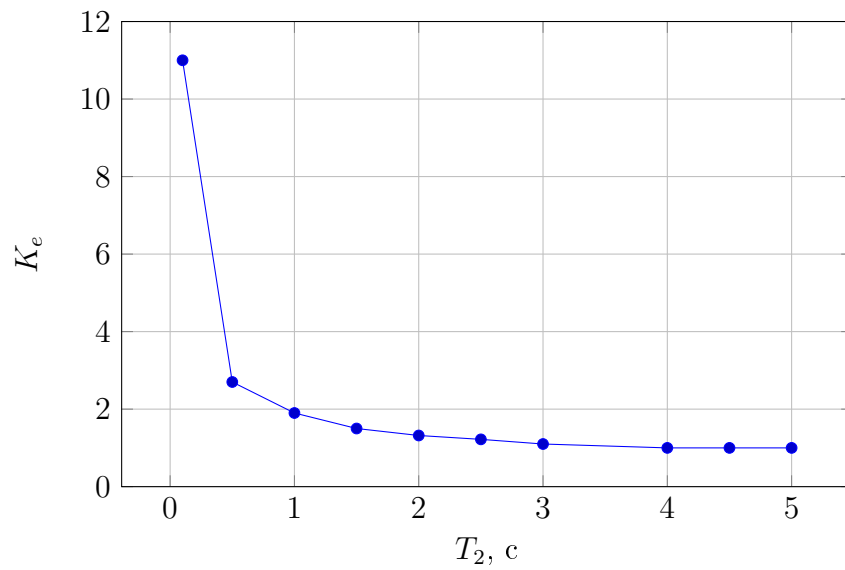


Рисунок 7- Экспериментальная граница устойчивости

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.