

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 - 9

Выполнила Сорокина Т. В. (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.

В задании требуется применить методы построения областей устойчивости линейных динамических систем и проанализировать как при изменении параметров системы будет меняться ее устойчивость.

### Исходные данные

Структурная схема линейной системы третьего порядка представлена на рисунке 1. Исходя из условия задания параметр постоянной времени  $T_1 = 2.5$  с. По условию параметр постоянной времени  $T_2$  должен меняться в диапазоне от 0.1 с до 5 с. Так же задано нулевое входное воздействие  $g(t) = 0$  и ненулевое начальное значение выходной переменной  $y(0) = 1$ . Требуется изменять коэффициент передачи  $K$  для изменения вида устойчивости.

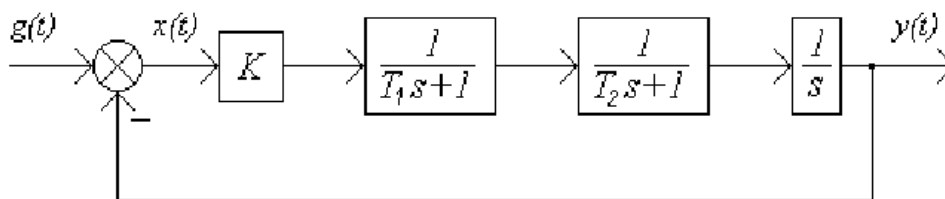


Рисунок 1 – Структурная схема линейной системы третьего порядка

# 1 Виды устойчивости системы

На рисунке 2 представлена схема моделируемой системы.

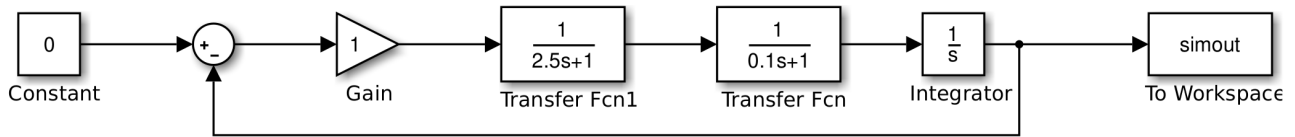


Рисунок 2 – Схема моделируемой системы

Система находится на границе устойчивости при  $K=10.4$  и  $T_2 = 0.1$ .

На рисунке 3 показан график переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости колебательного типа.

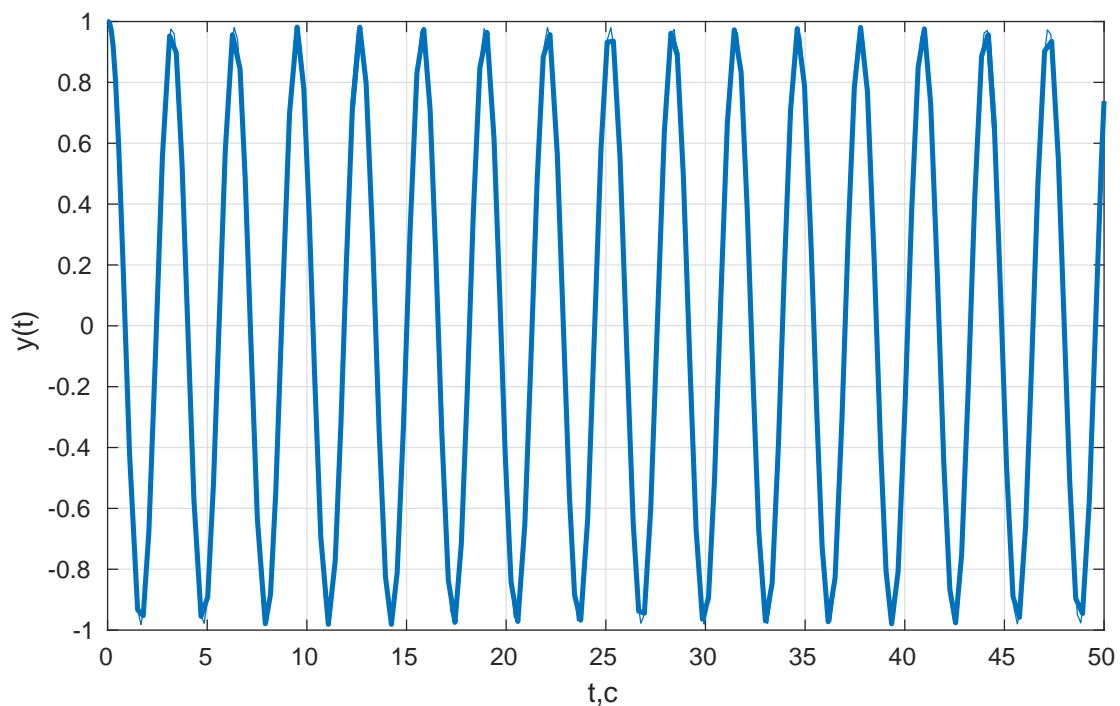


Рисунок 3 – График переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости колебательного типа

Система устойчива при  $K=5$  и  $T_2 = 0.1$ .

На рисунке 4 представлен график переходного процесса для устойчивой системы.

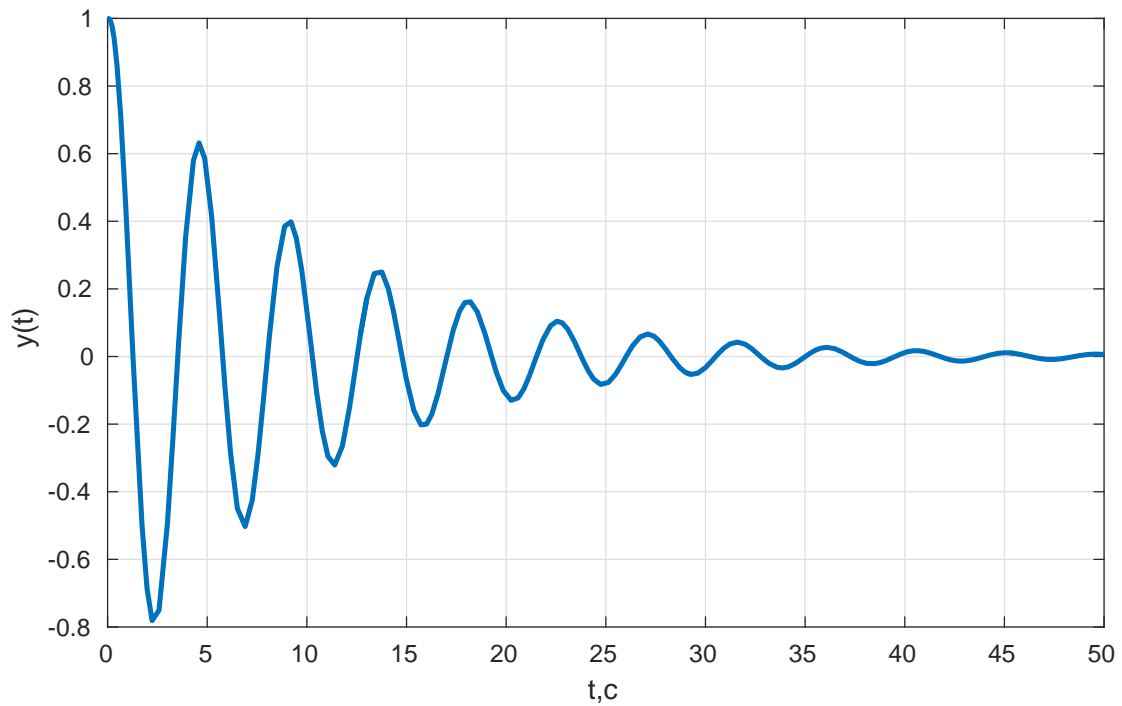


Рисунок 4 – График переходного процесса для устойчивой системы

Система неустойчива при  $K=12$  и  $T_2 = 0.1$ .

На рисунке 5 представлен график переходного процесса для неустойчивой системы.

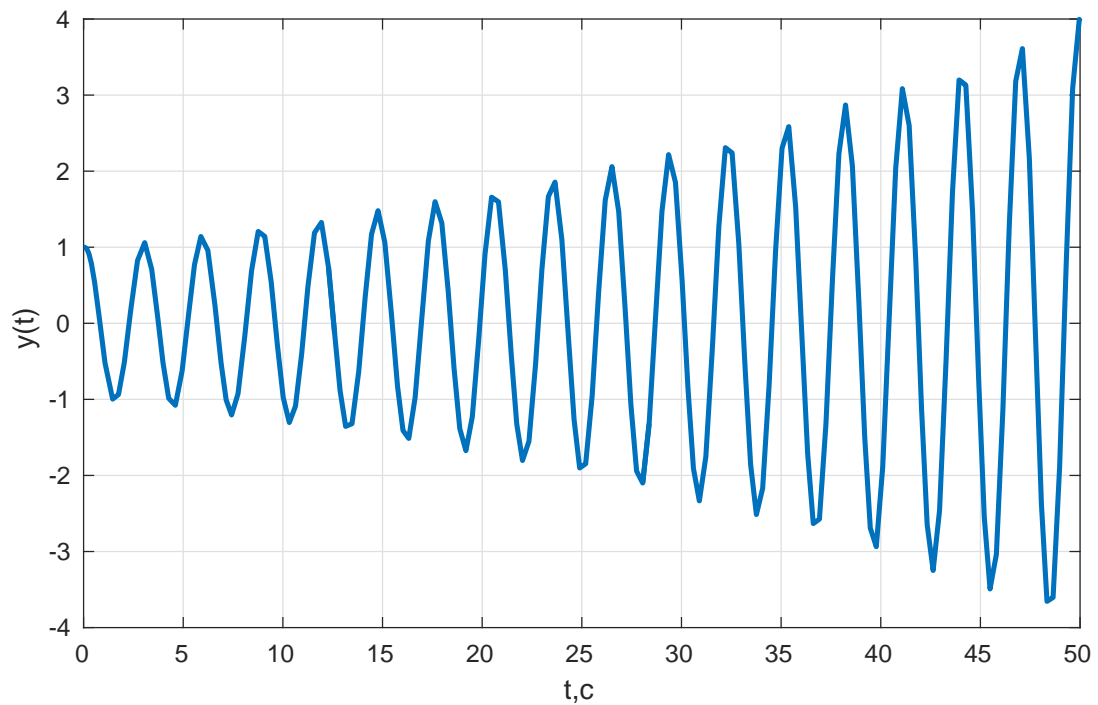


Рисунок 5 – График переходного процесса для неустойчивой системы

Система находится на границе устойчивости нейтрального типа при  $K=0$  и  $T_2 = 0.1$ .

На рисунке 6 показан график переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости нейтрального типа.

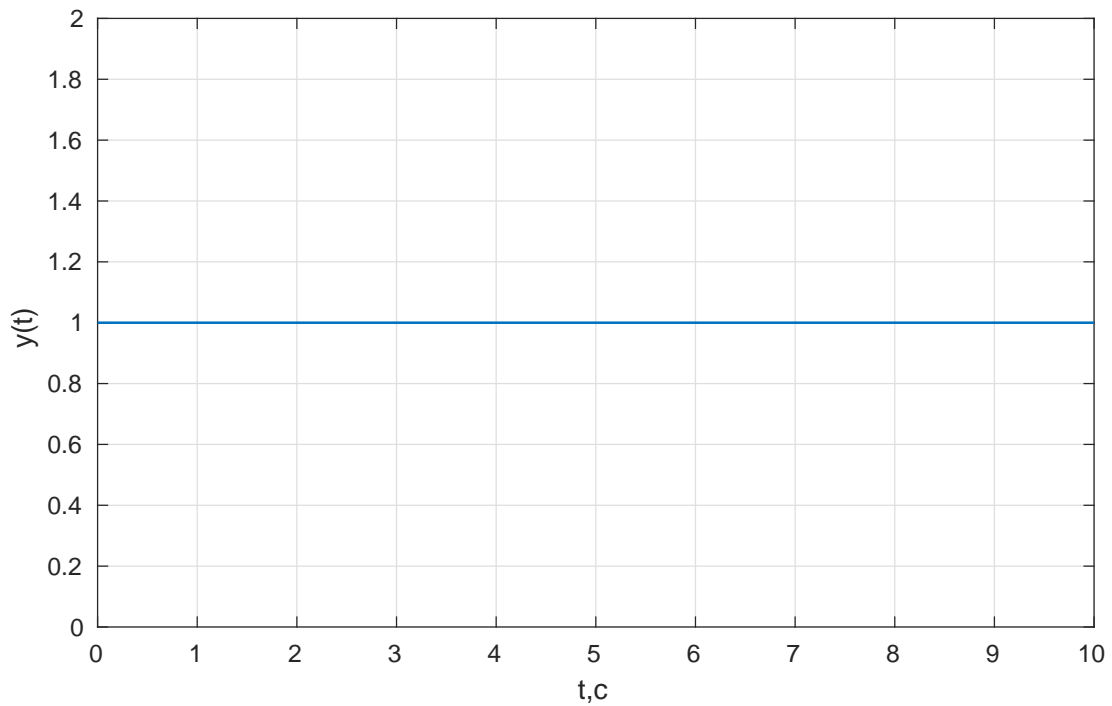


Рисунок 6 – График переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости нейтрального типа

Изменили значение постоянной времени  $T_2$  и получили следующую точку границы устойчивости. При  $T_2 = 0.49$  и  $K=2.4$  система находится на границе устойчивости колебательного типа. На рисунке 7 представлен график переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости колебательного типа.

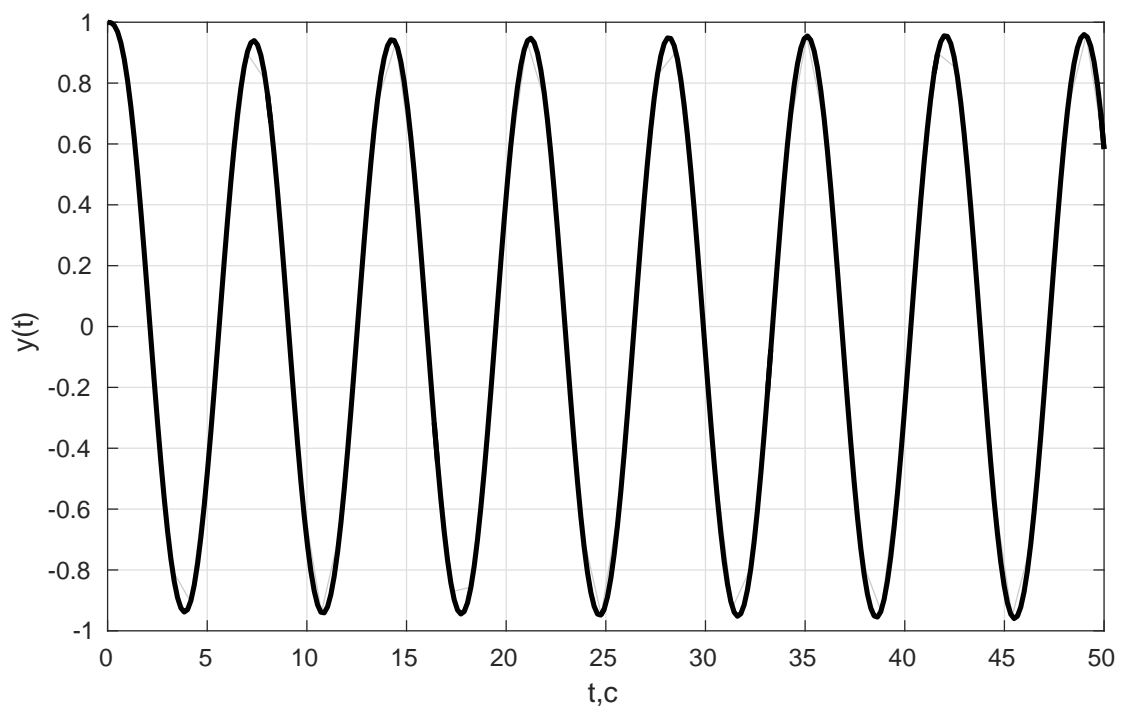


Рисунок 7 – График переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости колебательного типа

Таким образом, методом математического моделирования было найдено 10 точек, для построения границы устойчивости. В таблице 1 представлены значения  $K$ , полученные методом математического моделирования системы.

Таблица 1 – Значения  $K$ , полученные методом математического моделирования системы и соответствующие им значения  $T_2$

$K$	2.4	1.5	1.1	0.9	0.8	0.74	0.69	0.65	0.62	0.6
$T_2$	0.49	0.9	1.4	2	2.4	2.9	3.5	4	4.5	5

## 2 Теоретический расчет границы устойчивости

Требуется произвести расчет границы устойчивости с использованием критерия Гурвица. Передаточная функция:

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

Матрица Гурвица:

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

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

Рассчитаем теоретические значения К по формуле (3). В таблице 2 представлены значения К, полученные как расчетным методом, так и методом математического моделирования.

Таблица 2 – Расчетные значения К<sub>р</sub> и значения К, найденные методом математического моделирования

$T_2$	0.49	0.9	1.4	2	2.4	2.9	3.5	4	4.5	5
К	2.4	1.5	1.1	0.9	0.8	0.74	0.69	0.65	0.62	0.6
К <sub>р</sub>	2.44	1.51	1.11	0.9	0.82	0.74	0.68	0.65	0.62	0.6

На рисунках 8 и 9 представлены графики зависимостей  $T_2(K_p)$  и  $T_2(K)$ .

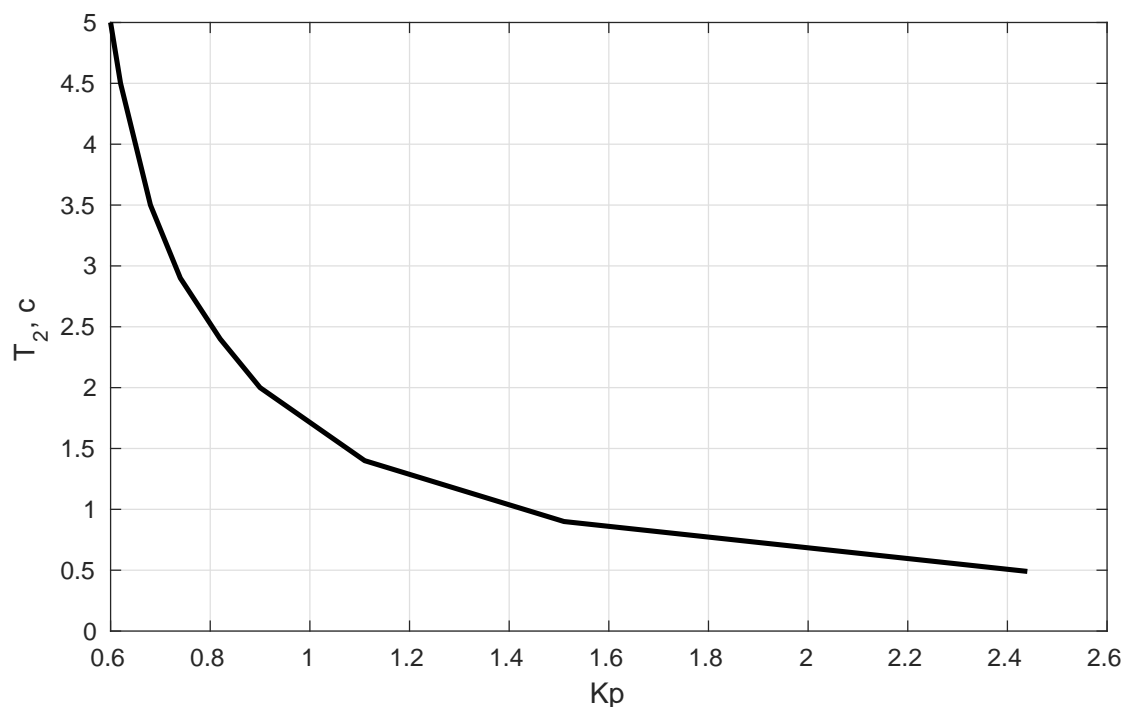


Рисунок 8 – Графическое изображение расчетной границы устойчивости

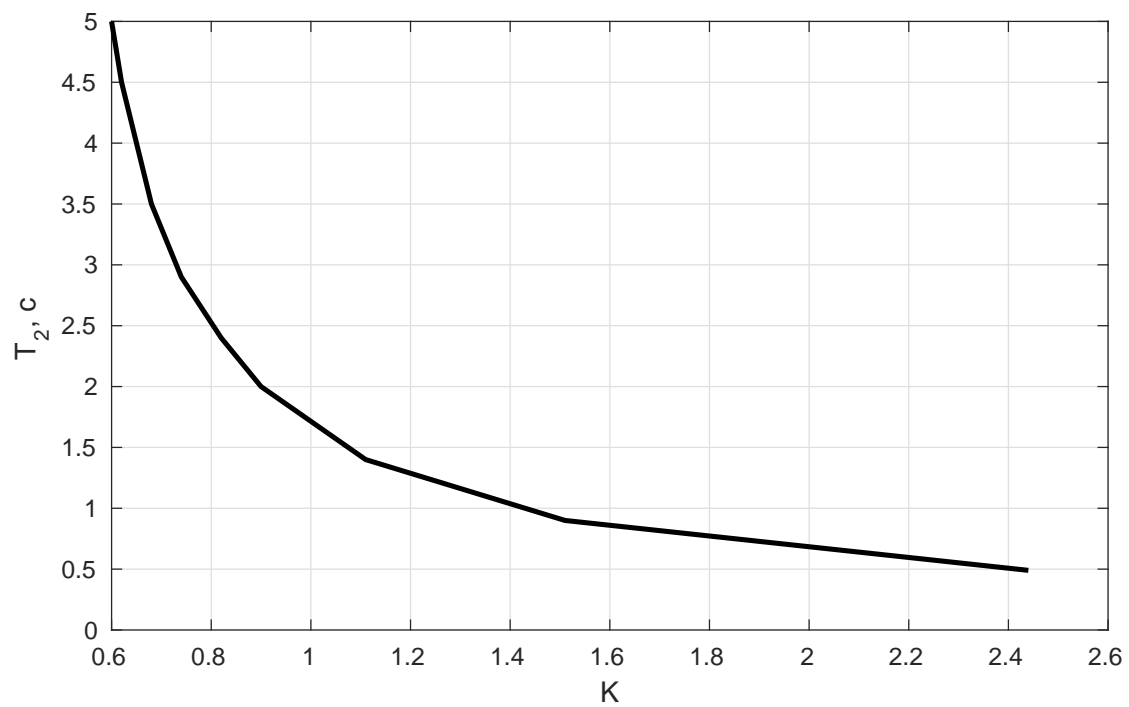


Рисунок 9 – Графическое изображение границы устойчивости, найденной методом математического моделирования



## Вывод

В ходе проведения данной лабораторной работы, была получена экспериментальная граница устойчивости и теоретическая граница устойчивости на плоскости. Система находилась на границе устойчивости нейтрального типа при  $K=0$ , при остальных видах устойчивости системы коэффициент  $K$  был положительным. С помощью критерия Гурвица был произведен теоретический расчет границы устойчивости. Графическое изображение теоретической границы устойчивости почти совпадает с графическим изображением экспериментальной границей устойчивости. Из этого можно сделать вывод, что расчет был произведен верно. Более точную оценку дают рассчитанные значения, по сравнению со значениями, полученными с помощью метода математического моделирования.