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 P3340

Лабораторная работа №8 "Экспепементальное построение областей устойчивости на плоскости двух параметров"

Вариант - 2

Выполнил Алякин С.П. (подпись)
(фамилия, и.о.)

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

"___" __________ 20 17 г. Санкт-Петербург, 20 17 г.

Работа выполнена с оценкой ______________________

Дата защиты "___" __________ 20 17 г.

Цель работы

Ознакомление с эксперементальными методами построения областей устойчивости линейных динамических систем и изучение влияния на устойчивость системы её параметров.

Вариант задания

Задана линейная схема третьего порядка, схема которой представлена на рисунке 1. По условию параметр T_1 неизменен и равен 0,75с. Параметр T_2 в ходе работе будет изменяться в диапозоне от 0,1 с до 5 с. Коэффициент K выбирается для обеспечения устойчивости/границы устойчивости системы.

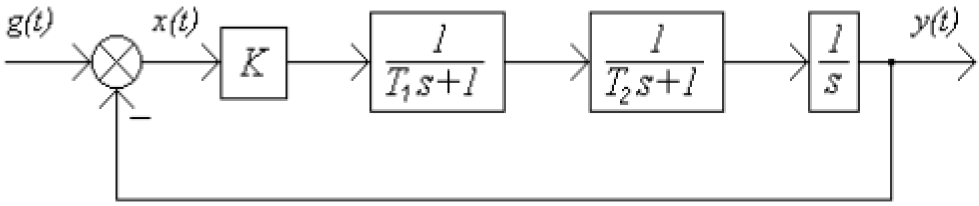


Рисунок 1 – Структурная схема линейной системы третьего порядка

1 Эксперементальное нахождение границы устойчивости

При постоянных коэффициетах T_1 и T_2, изменяя значение коэффициента K, получим разные графики переходных процессов, соответствующие разным уровням устойчивости системы. Схема моделирования системы представлена на рисунке 2.

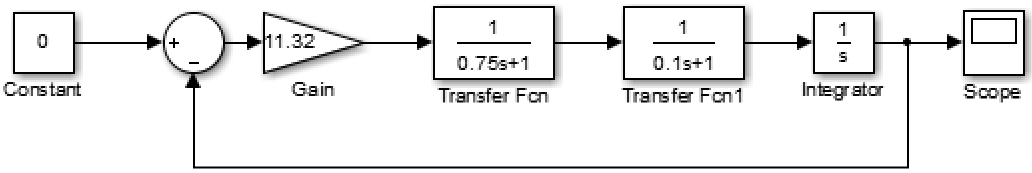
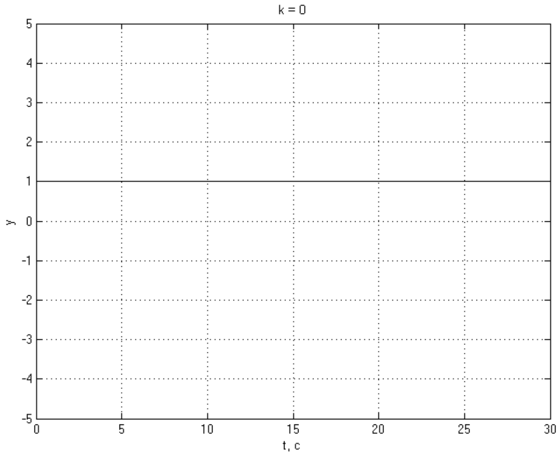
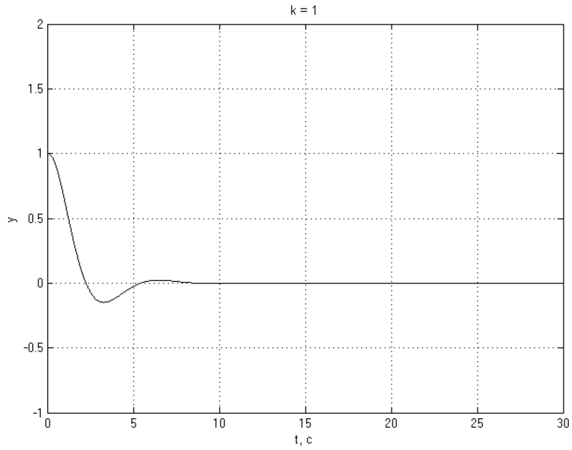


Рисунок 2 – Схема моделирования заданной системы

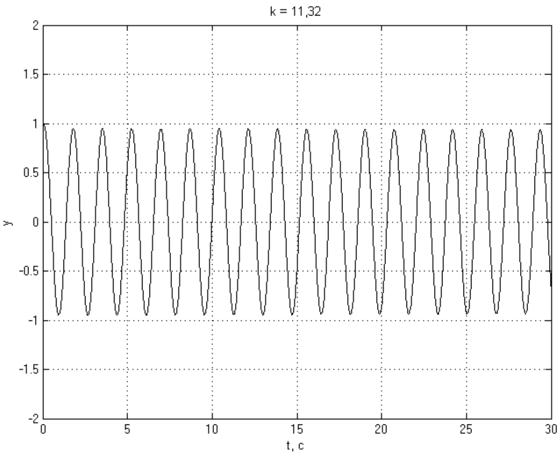
На рисунке 3 представлены результаты моделирования, на которых полученны устойчивое положение системы, не устойчивое и 2 состояния на границе устойчивости: на нейстральной и колебательной.



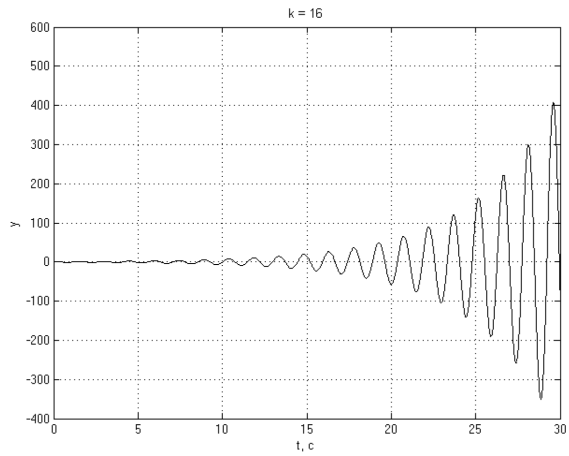
(a) Нейстральная граница устойчивости



(b) Устойчивое состояние



(c) Колебательная граница устойчивости



(d) Неустойчивое состояние

Рисунок 3 – Переходные процессы системы при разных значениях коэффициента k

2 Теоретический расчёт параметров устойчивости системы

Рассчитаем передаточную функцию заскнутой системы

$$W(s) = \frac{\Phi(s)}{1+\Phi(s)},$$

где $\Phi(s)$ - передаточная функция разомкнутой системы.

$$\Phi(s) = K \cdot \frac{1}{T_1 s + 1} \cdot \frac{1}{T_2 s + 1} \cdot \frac{1}{s} = \frac{K}{T_1 T_2 s^3 + (T_1 + T_2)s^2 + s};$$

$$W(s) = \frac{(T_1 T_2 s^3 + (T_1 + T_2)s^2 + s) \cdot \dfrac{K}{T_1 T_2 s^3 + (T_1 + T_2)s^2 + s}}{T_1 T_2 s^3 + (T_1 + T_2)s^2 + s + K} = \frac{K}{T_1 T_2 s^3 + (T_1 + T_2)s^2 + s + K}.$$

На основании характеристического уравнения, построенного по передаточной функции замкнутой системы, построим матрицу Гурвица

$$\begin{pmatrix} T_1 + T_2 & K & 0 \\ T_1 T_2 & 1 & 0 \\ 0 & T_1 + T_2 & K \end{pmatrix}$$

тогда главные миноры матрицы Гурвица равны

$$D_1 = T_1 + T_2$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} T_1 + T_2 & K \\ T_1 T_2 & 1 \end{vmatrix} = T_1 + T_2 - T_1 T_2 K,$$

$$D_3 = D_2 \cdot K = (T_1 + T_2)K - T_1 T_2 K^2$$

По критерию Гурвица для устойчивости системы необходимо, чтобы главные миноры матрицы были положительны. Если минор $n-1$ порядка равен 0, то система будет находится на колебательной границе устойчивости. Отсюда получаем уравнения коэффициентов для колебательной границы устойчивости

$$\begin{cases} T_1 + T_2 > 0 \\ K = \dfrac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \end{cases}$$

Так как по нашему условию T_1 и T_2 больше 0, то единственным условием для того, чтобы система находилась на колебательной границе устойчивости, является

$$K = \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2}$$

Используя полученное выражжжение, найдём K для $T_1 = 0,75$ и T_2 изменяющемся от 0,1 с до 5 с с шагом 0,5 с. Полученны значения К запишем в таблицу 1. По полученным значениям построим

Таблица 1 – Значения К для колебательной границы устойчивости системы

T_2	0,1	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
K	11,33	3.33	2.33	2	1,83	1,73	1,66	1,62	1,58	1,56	1,53

график зависимости K от T_2:

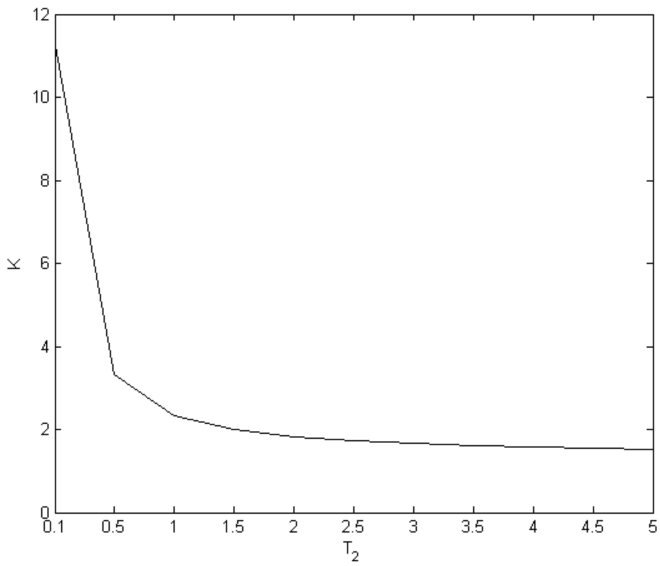


Рисунок 4 – Граница устойчивости на плоскости двух параметров K и T_2

3 Вывод

В ходе работы был исследован способ управления устойчивастью системы, изменяя её параметры. Из трёх данных параметров K, T_1 и T_2 изменялись только K и T_2. Эксперементально и аналитически был построен график границы устойчивости на плоскости двух параметров K и T_2. Результаты, полученные обоими способами, совпадают.