

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.

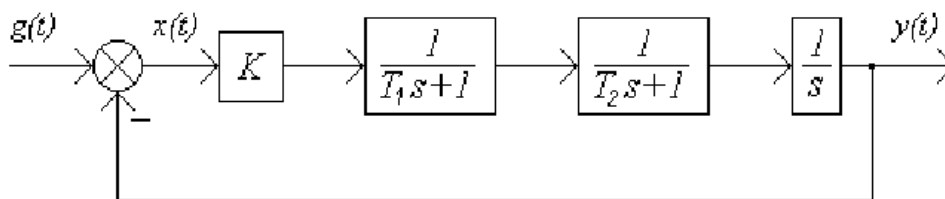


Рисунок 1 – Структурная схема линейной системы третьего порядка

1 Виды устойчивости системы

На рисунке 2 представлена схема моделируемой системы.

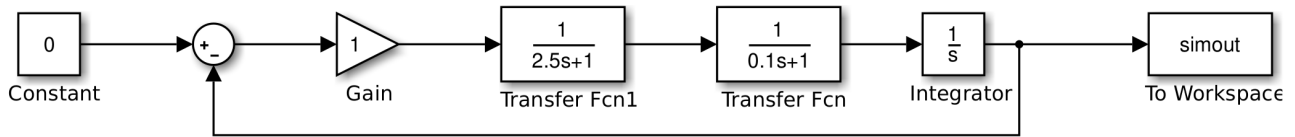


Рисунок 2 – Схема моделируемой системы

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.

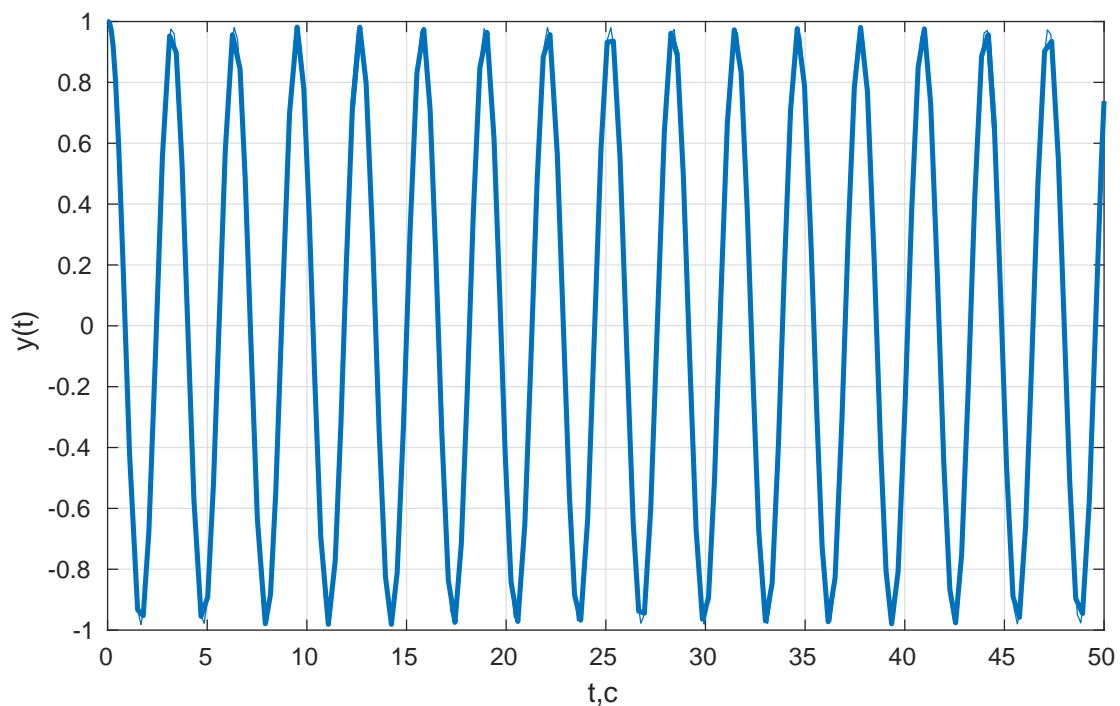


Рисунок 3 – График переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости колебательного типа

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

На рисунке 4 представлен график переходного процесса для устойчивой системы.

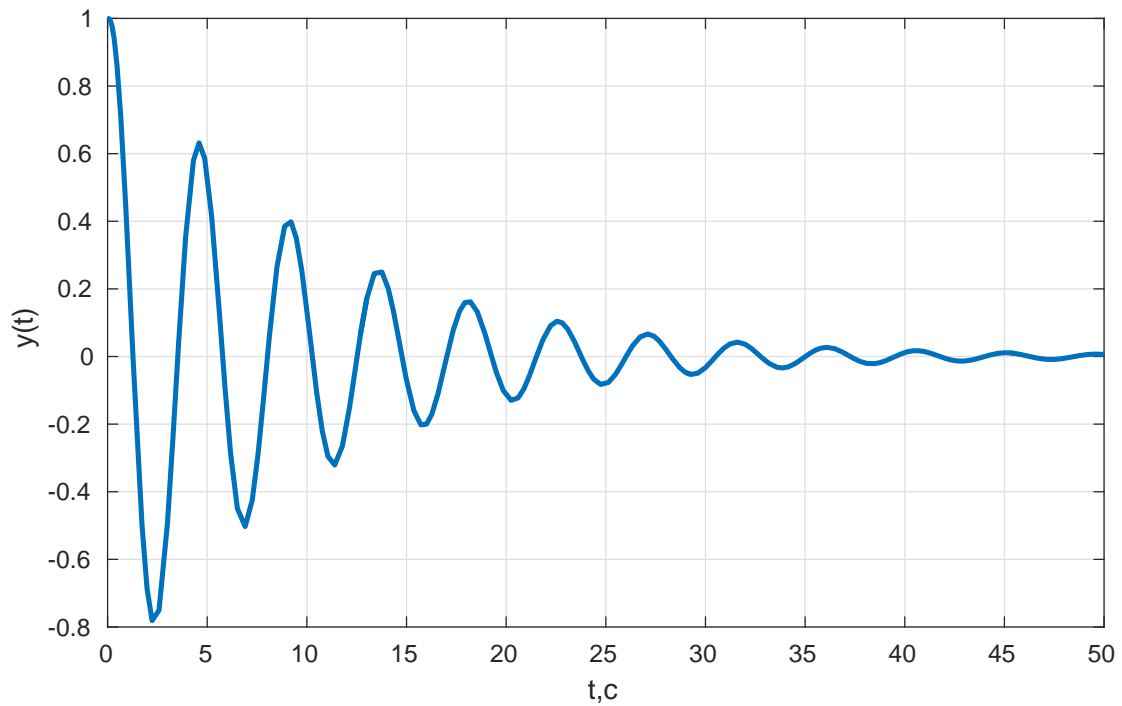


Рисунок 4 – График переходного процесса для устойчивой системы

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

На рисунке 5 представлен график переходного процесса для неустойчивой системы.

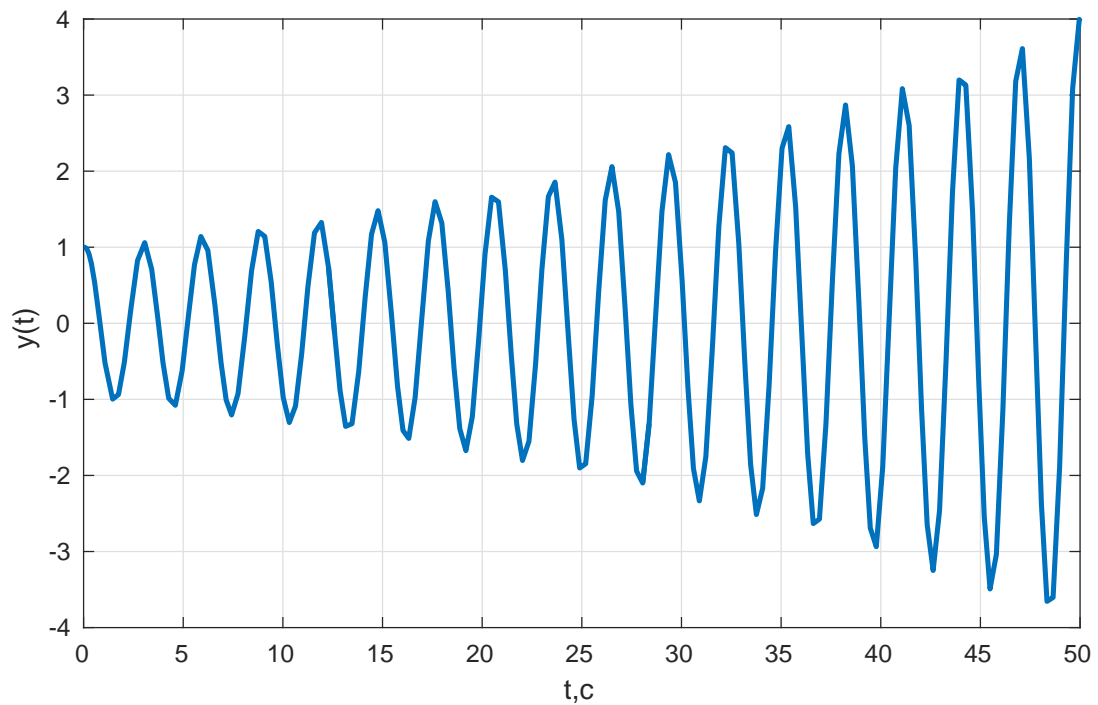


Рисунок 5 – График переходного процесса для неустойчивой системы

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.

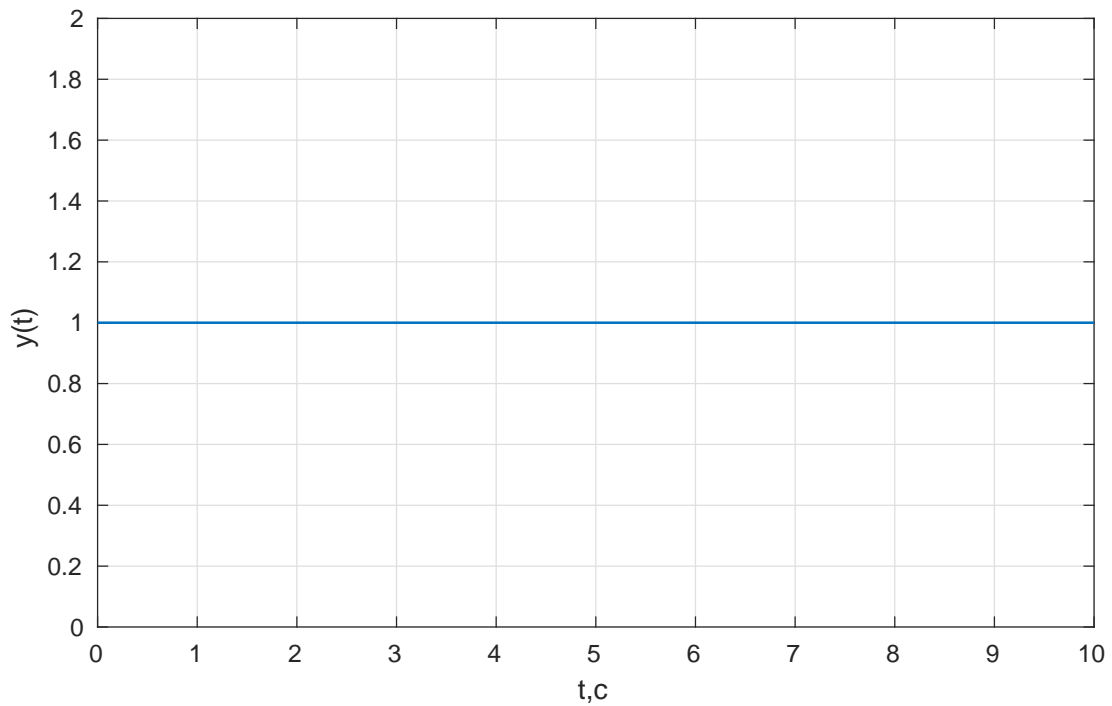


Рисунок 6 – График переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости нейтрального типа

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.

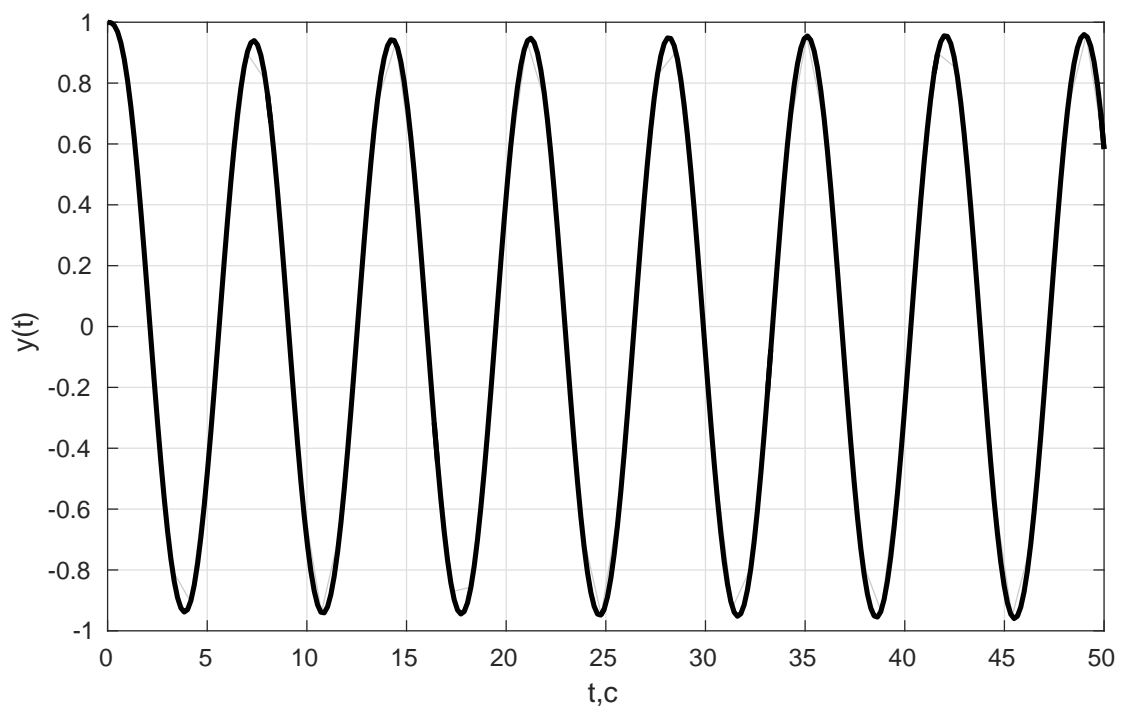


Рисунок 7 – График переходного процесса для системы, находящейся на границе устойчивости колебательного типа

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_р 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 _р	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 $T_2(K)$.

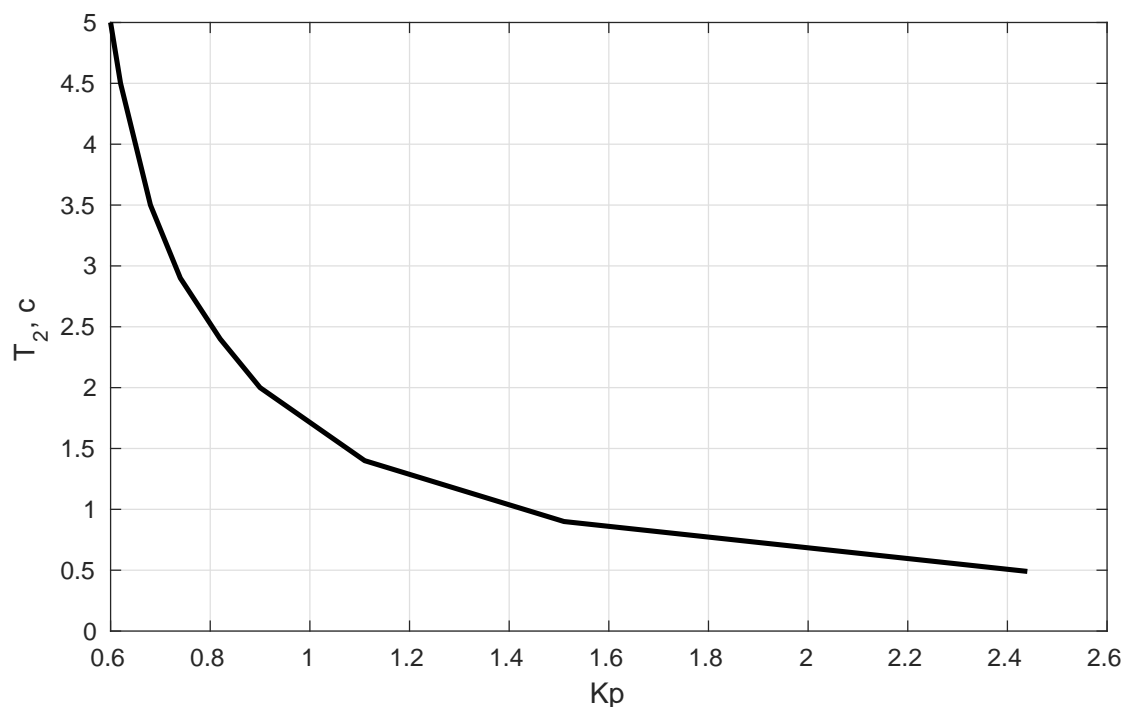


Рисунок 8 – Графическое изображение расчетной границы устойчивости

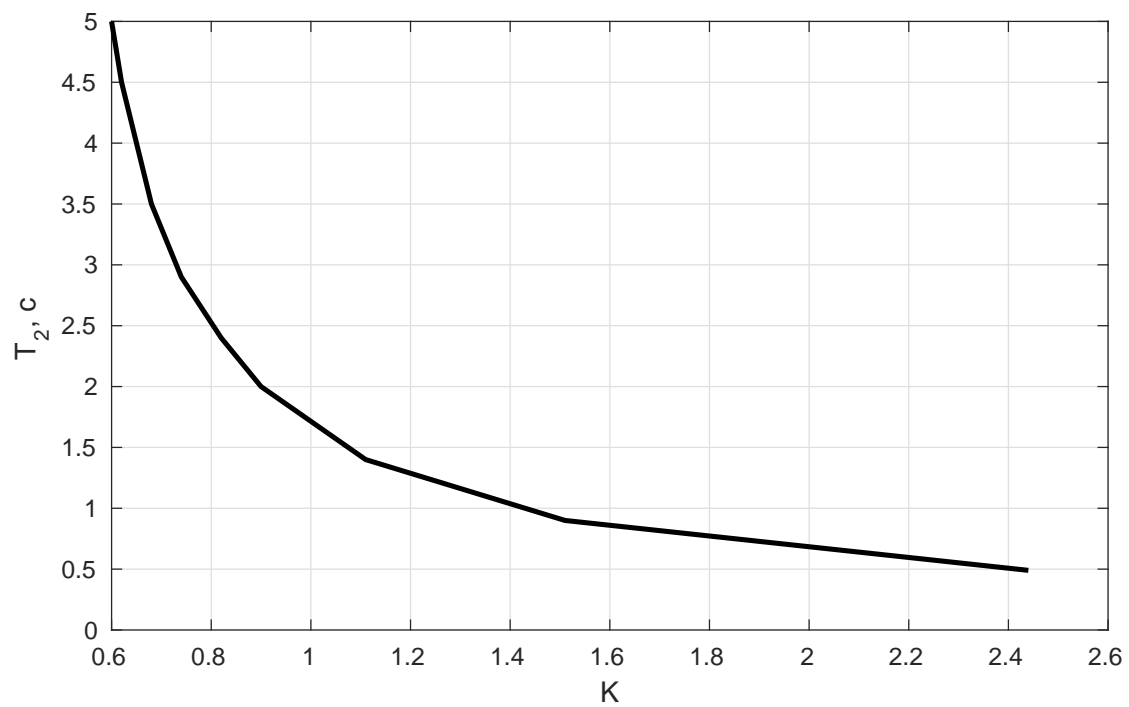


Рисунок 9 – Графическое изображение границы устойчивости, найденной методом математического моделирования

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.