

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 №7
Анализ точности систем управления
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.

1 Задание

Цель работы: исследование точностных свойств систем управления.

В задании требуется провести исследование системы с астатизмом нулевого порядка и с астатизмом первого порядка. Исследовать стационарный режим работы: $g(t)=A$, и режим движения с постоянной скоростью: $g(t)=Vt$ и режим движения с постоянным ускорением $g(t) = at^2/2$.

Получить переходные процессы для различных значений коэффициента k . Определить предельное значение установившейся ошибки ε . В таблице 1 представлены параметры системы.

Таблица 1 – Исходные данные

$W(s)$	$g(t)=A$	$g(t)=Vt$	$W(s)$	$g(t) = at^2/2$	f_1	f_2	Сигнал задания
$2/(0.5s^2 + s + 2)$	2	$2t$	$(s + 2)/(0.5s^2 + s + 2)$	$0.5t^2$	2	0.5	$2 + 0.1t^2$

2 Исследование системы с астатизмом нулевого порядка

2.1 Исследование стационарного режима работы: $g(t)=A$

Значение коэффициентов k : 1, 5, 10. На рисунке 1 представлена структурная схема моделируемой системы.

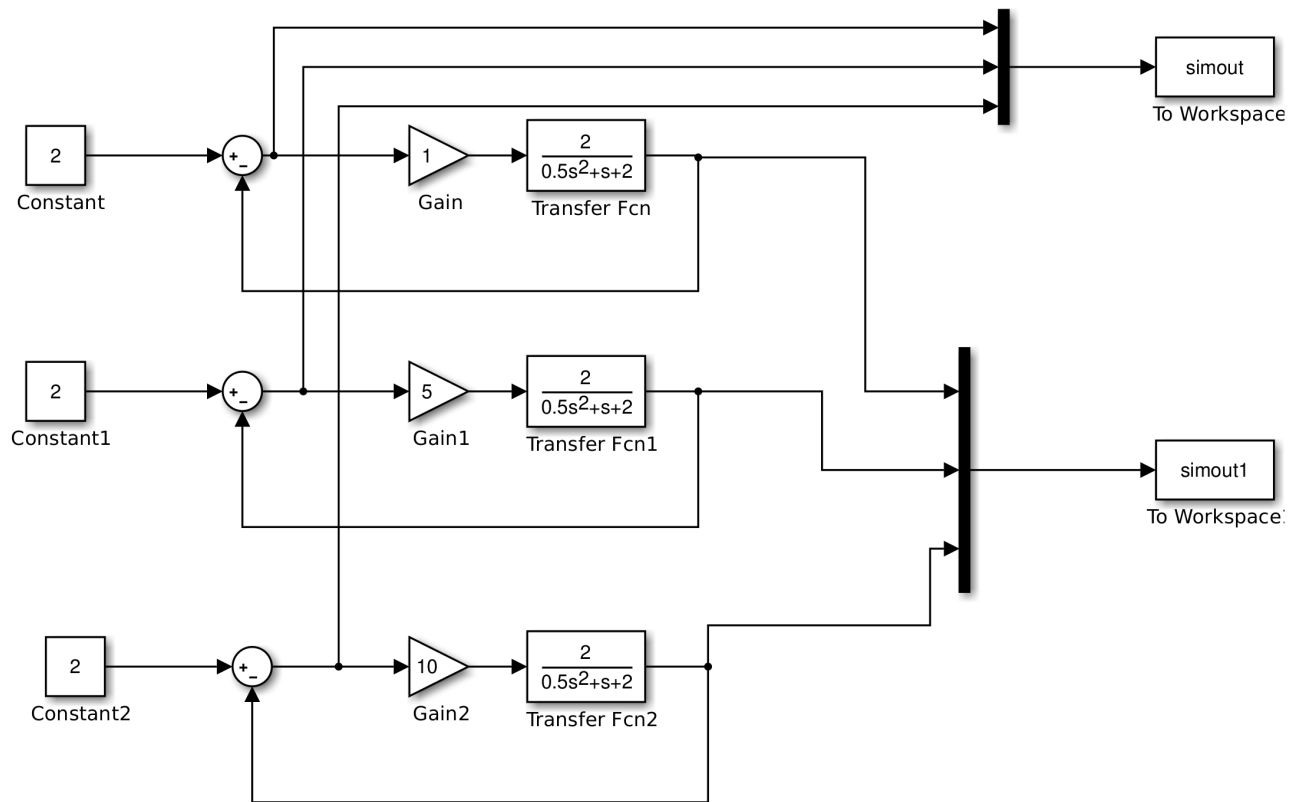


Рисунок 1 – Структурная схема моделируемой системы

Получили переходные процессы для трех различных значений коэффициентов k ($k=1$; $k=5$; $k=10$). На рисунке 2 представлены графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$.

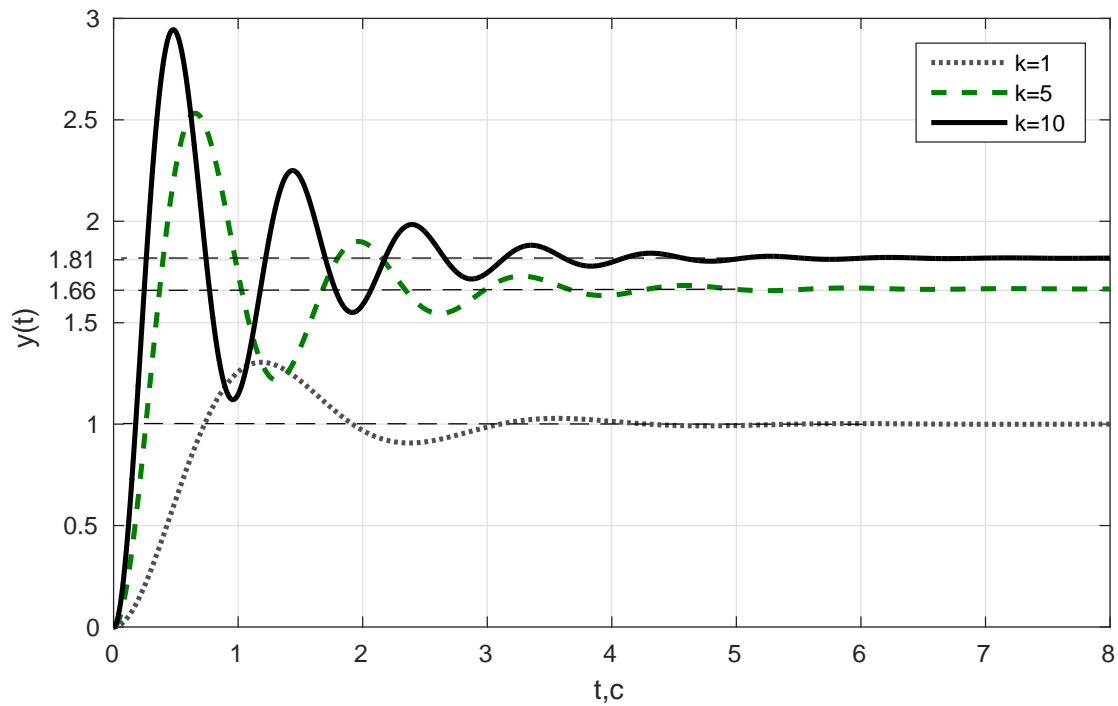


Рисунок 2 – Графики переходного процесса для k=1; k=5; k=10

Было получено предельное значение установившейся ошибки e . На рисунке 3 приведены графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки.

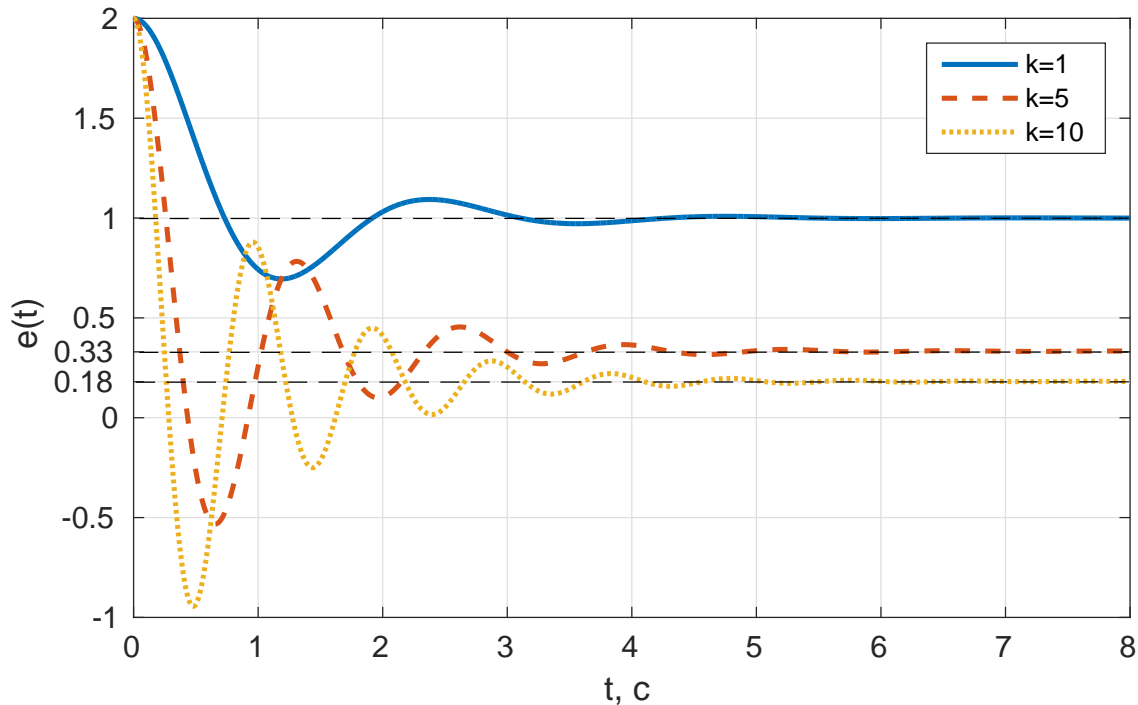


Рисунок 3 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки

С помощью расчета проверим получившееся на графике значения установившейся ошибки:

$$e = A/(1+k) \quad (1)$$

при k=1: $e=A/(1+k)=2/(1+1)=1$

при $k=5$: $e=2/6=1/3=0,33$

при $k=10$: $e=2/11=0,18$.

Рассчитанные значения совпадают с получившимися значениями на графике.

2.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью: $g(t)=Vt$

На рисунке 4 представлена структурная схема моделируемой системы.

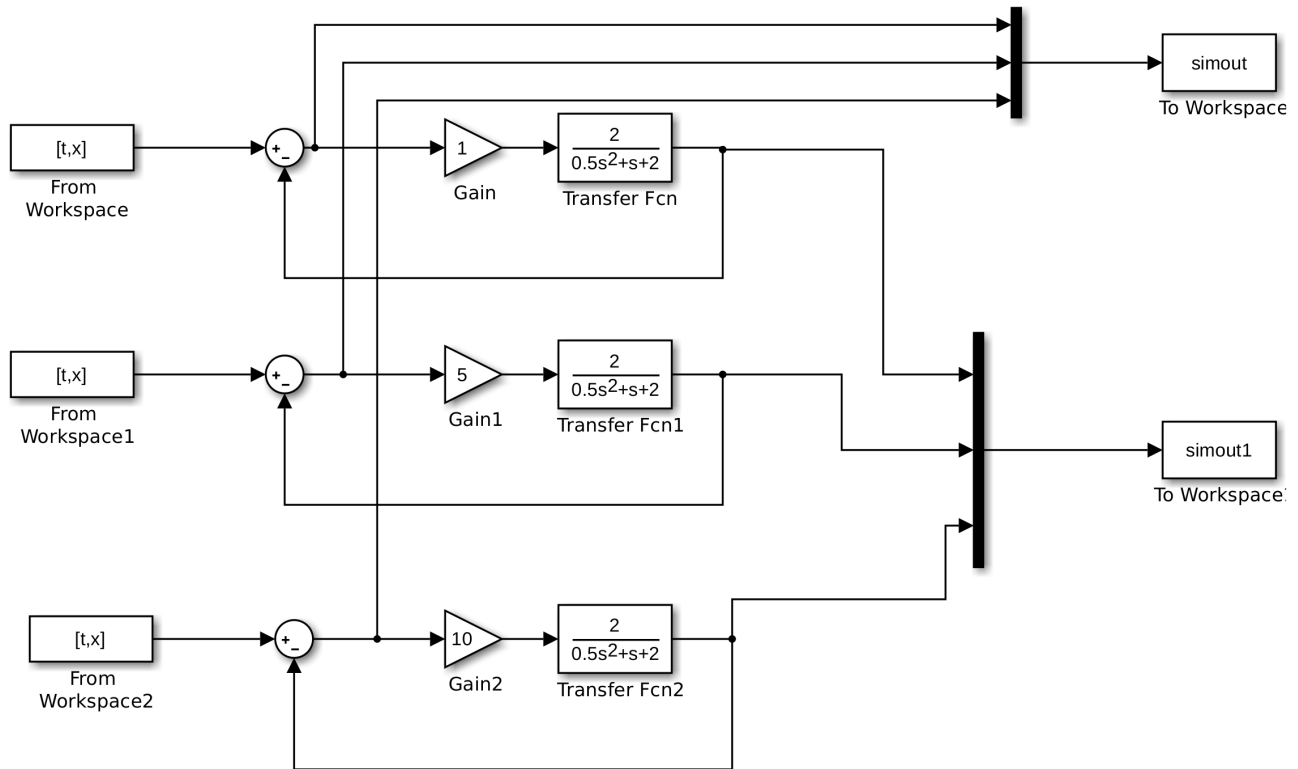


Рисунок 4 – Структурная схема моделируемой системы

Получили переходные процессы для трех различных значений коэффициентов k ($k=1$; $k=5$; $k=10$).

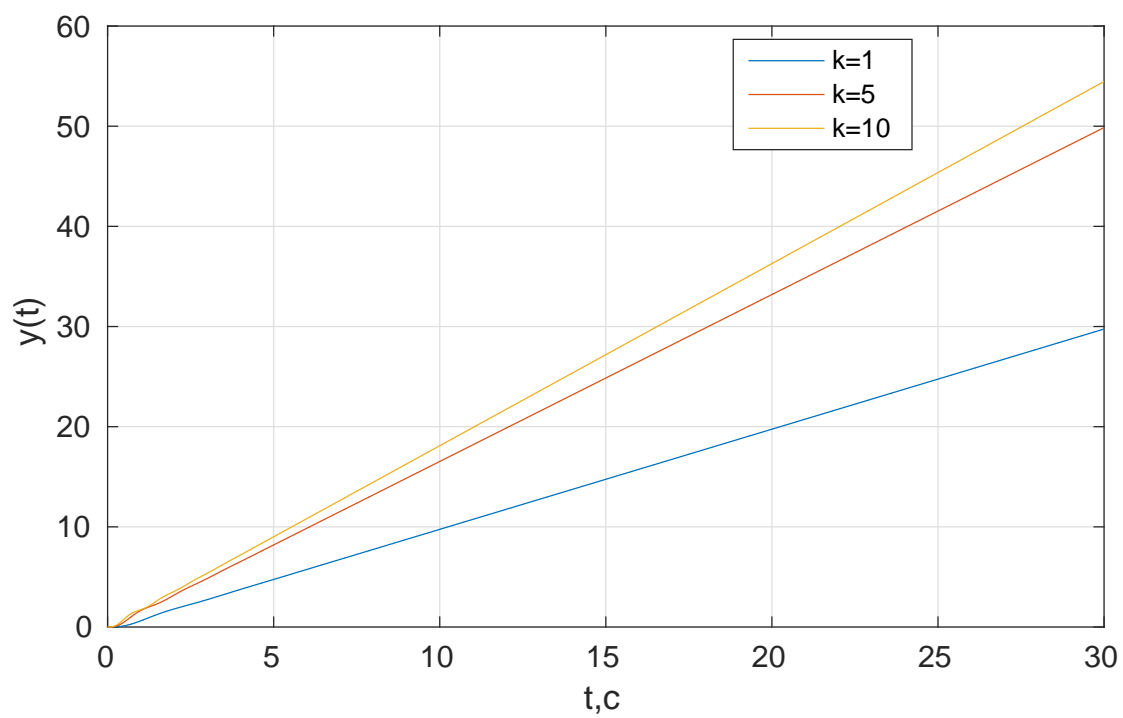


Рисунок 5 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

3 Исследование системы с астатизмом первого порядка

3.1 Исследование стационарного режима работы: $g(t) = A$

На рисунке 6 представлена структурная схема моделируемой системы.

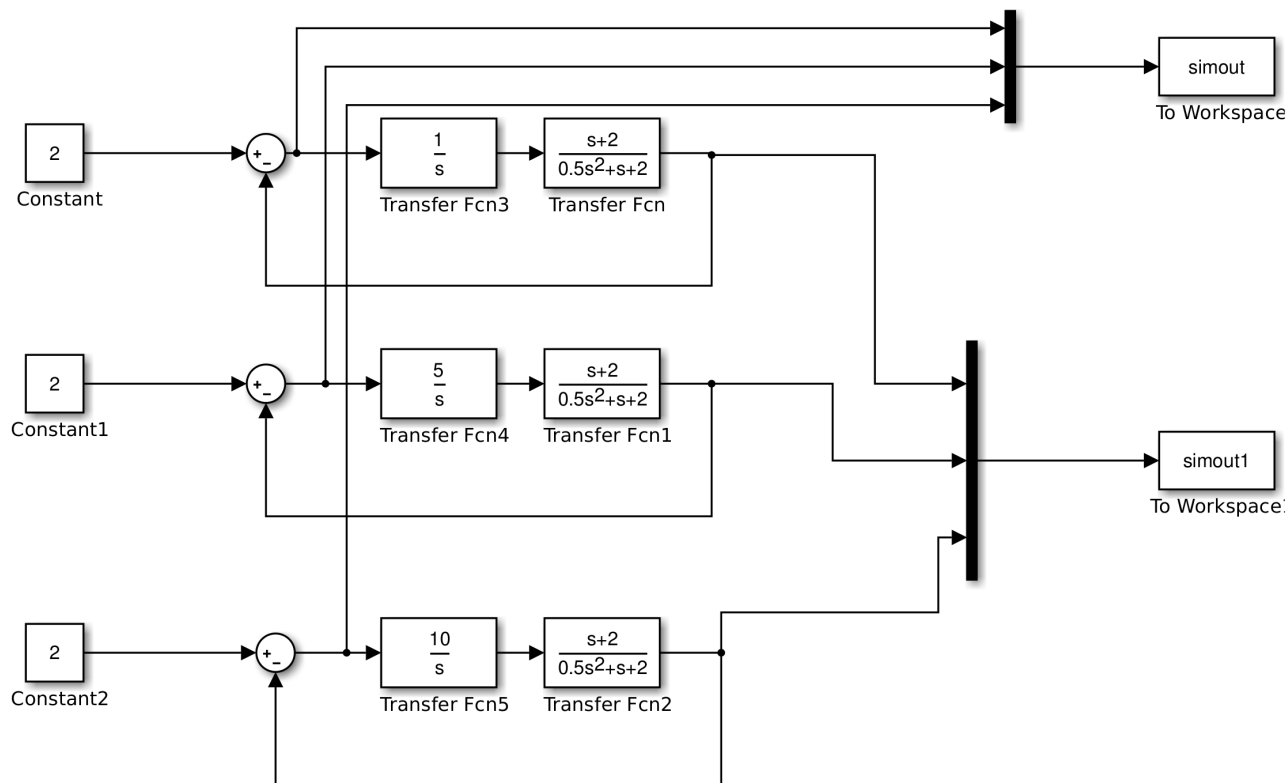


Рисунок 6 – Структурная схема моделируемой системы

Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента k . На рисунке 7 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента k .

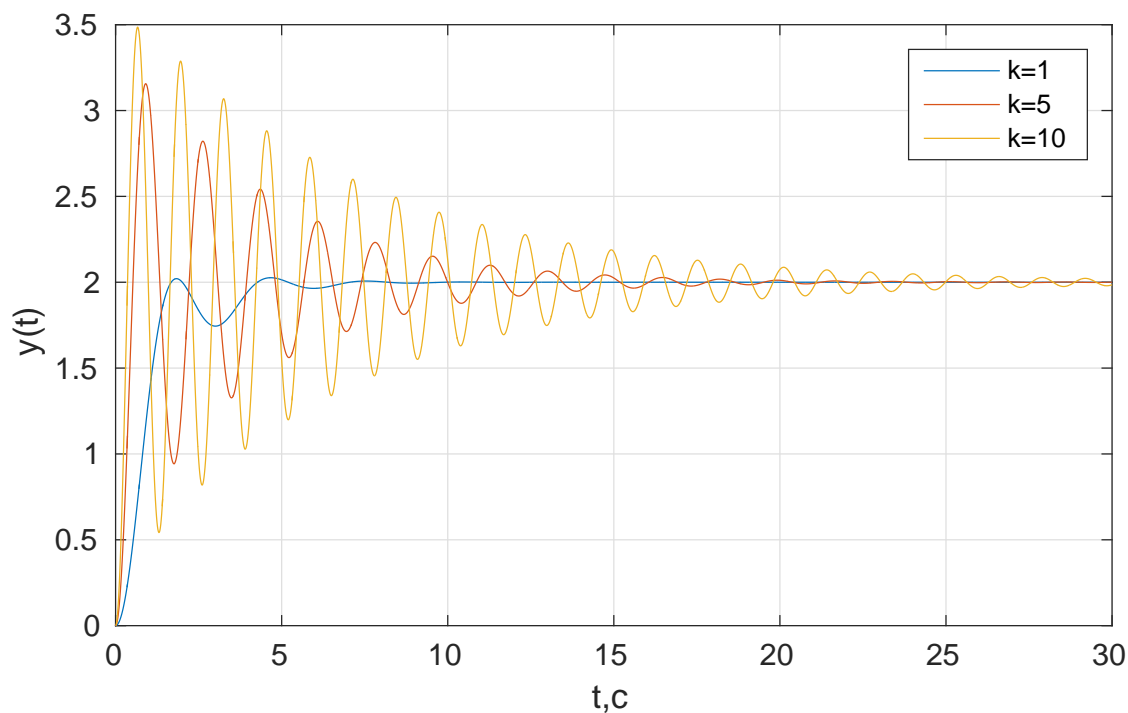


Рисунок 7 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

Было получено предельное значение установившейся ошибки e .

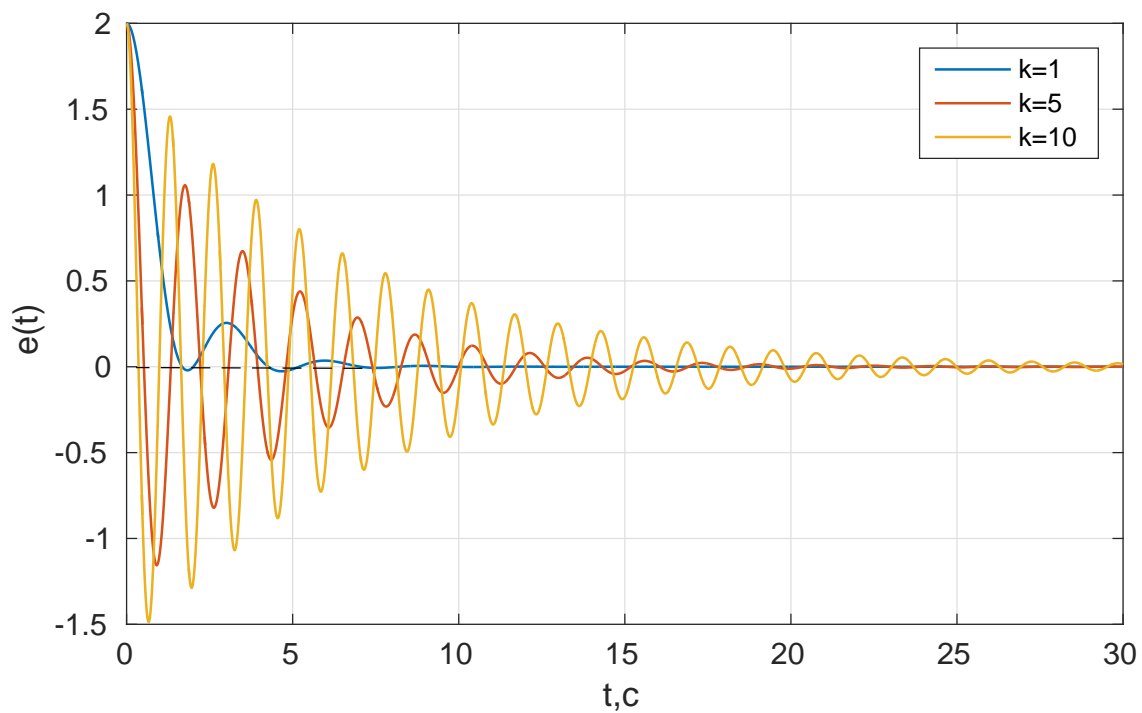


Рисунок 8 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки

Для системы с астатизмом 1 порядка значение установившейся ошибки $e=0$ (при $g(t)=A$).

3.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью: $g(t) = Vt$

Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента k . На рисунке 9 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента k .

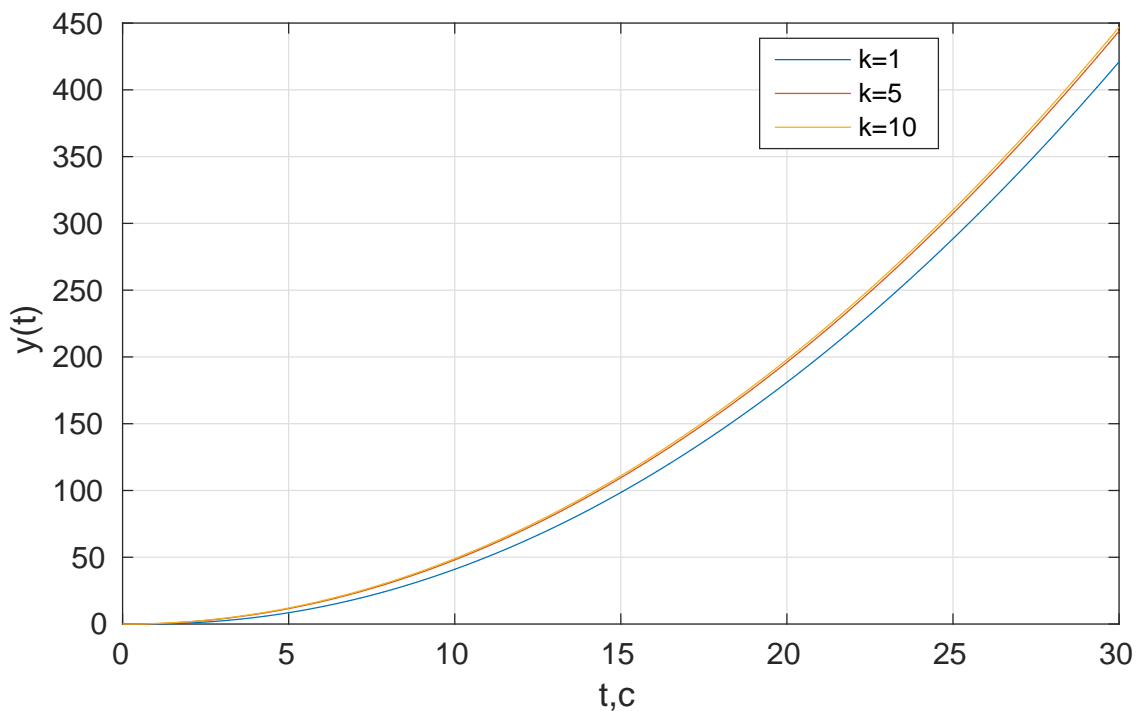


Рисунок 9 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

Было получено предельное значение установившейся ошибки e .

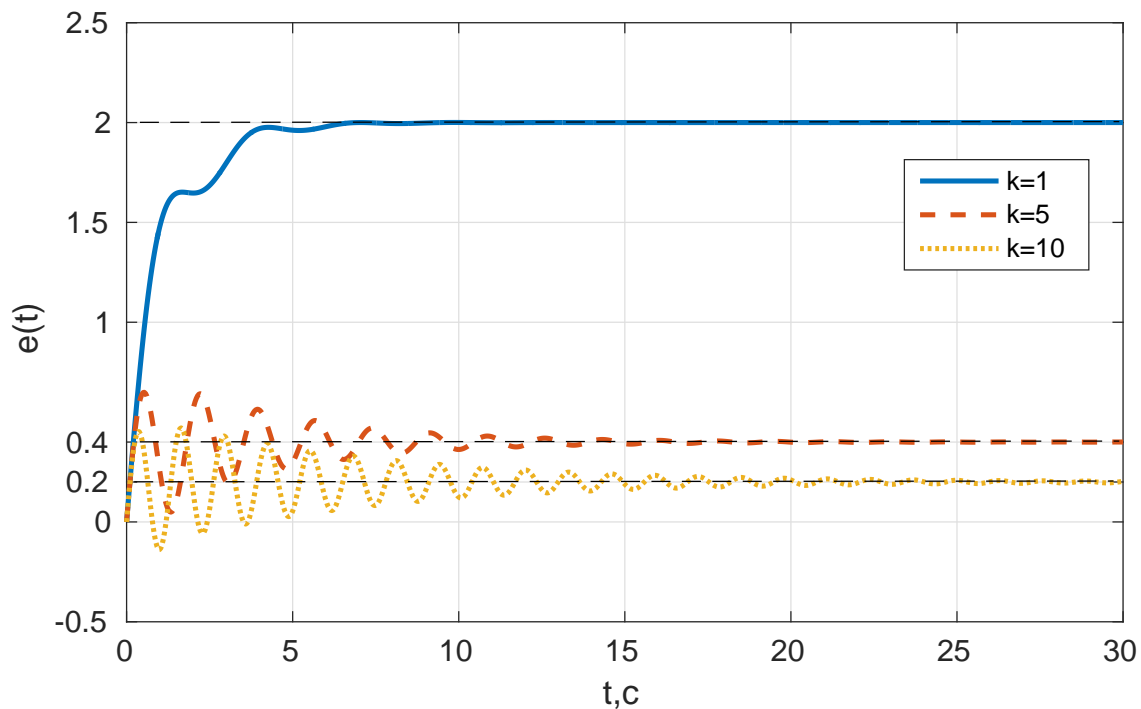


Рисунок 10 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки

Из рисунка видно, что

при $k=1$: $e=2$

при $k=5$: $e=0,4$

при $k=10$: $e=0,2$.

С помощью расчета проверим получившееся на графике значения установившейся ошибки:

$$e = V/k \quad (2)$$

при $k=1$: $e=V/k=2/1=2$

при $k=5$: $e=2/5=0,4$

при $k=10$: $e=2/10=0,2$

Рассчитанные значения совпадают с получившимися значениями на графике.

3.3 Исследование режима движения с постоянным ускорением: $g(t) = at^2/2$

Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента k .

На рисунке 11 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента k .

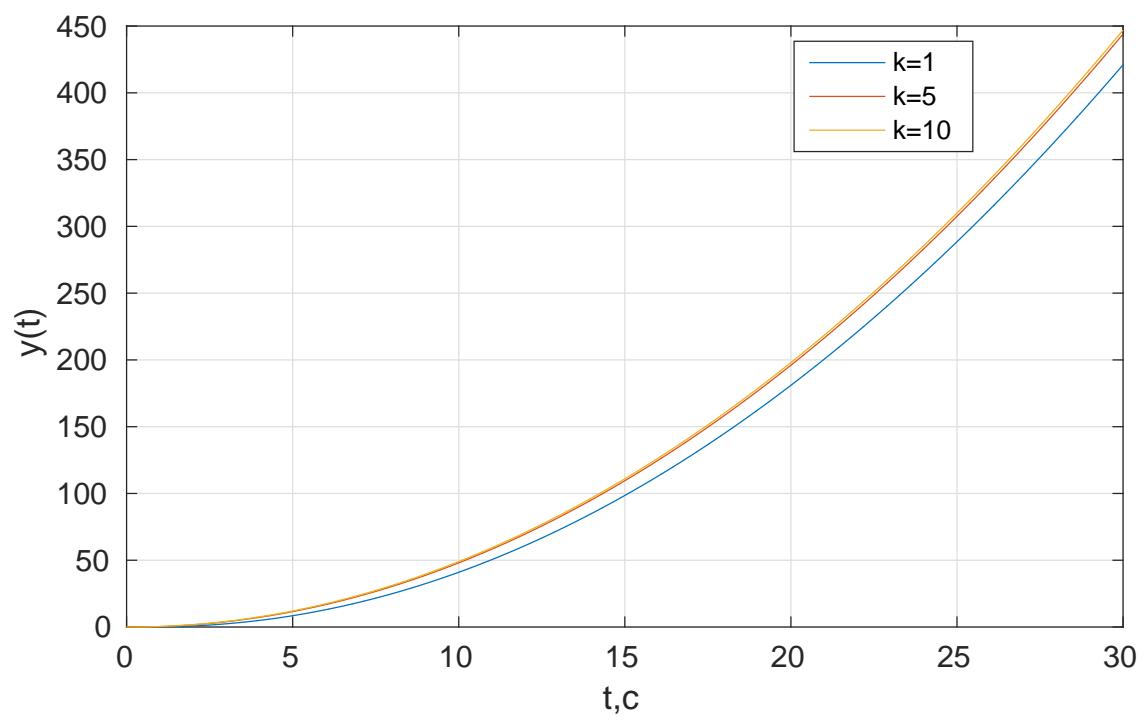


Рисунок 11 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

4 Исследование влияния внешних возмущений

На рисунке 12 приведена схема моделирования возмущенной системы.

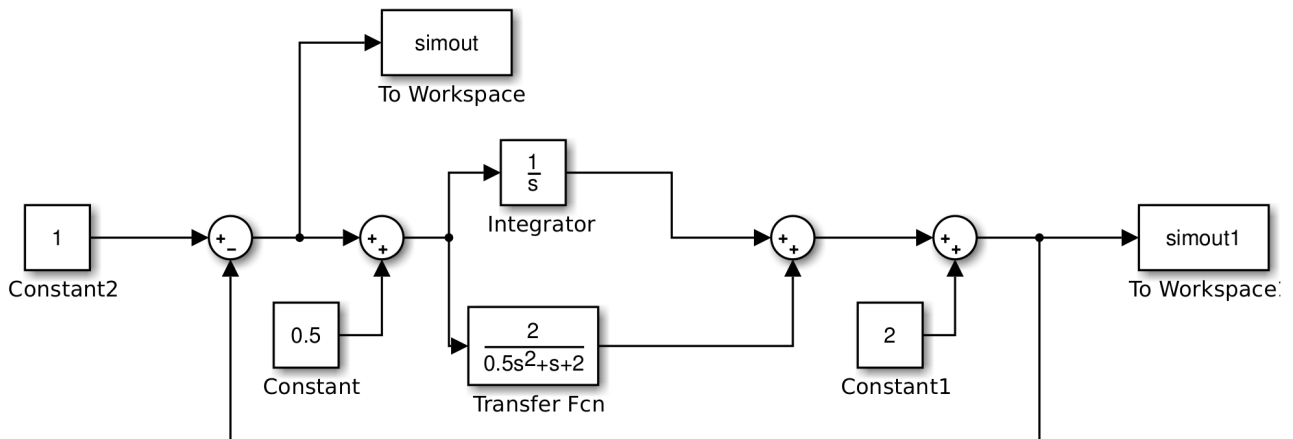


Рисунок 12 – Схема моделирования возмущенной системы

Положим $f_2(t) = 0$ и $g(t)=1(t)$, получим переходной процесс:

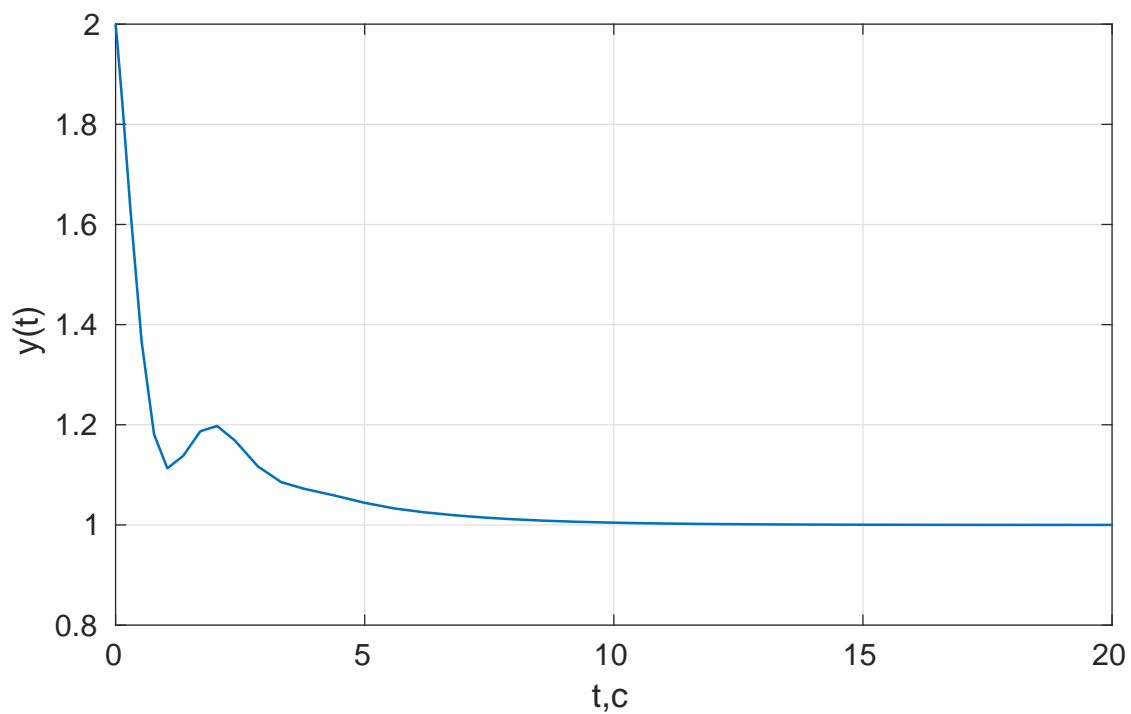


Рисунок 13 – График переходного процесса

Было получено предельное значение установившейся ошибки ϵ .

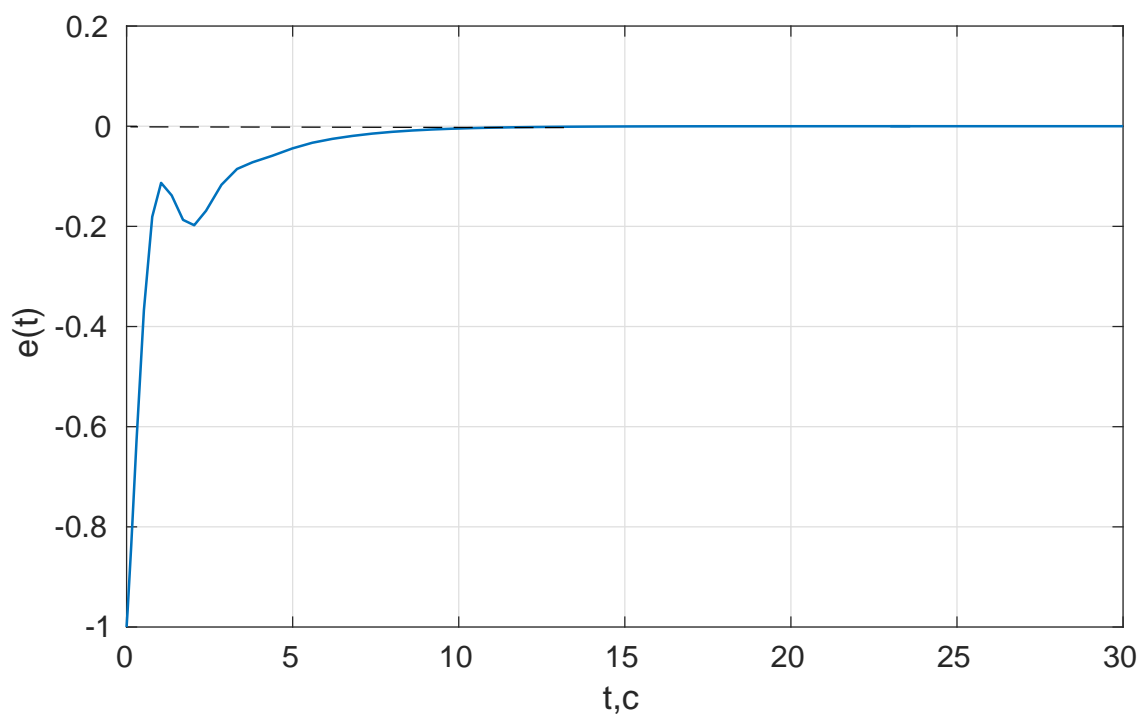


Рисунок 14 – График, изображающий предельное значение установившейся ошибки

Предельное значение установившейся ошибки $e=0$.

Положим $f_1(t) = 0$ и $g(t)=1(t)$, получим переходной процесс:

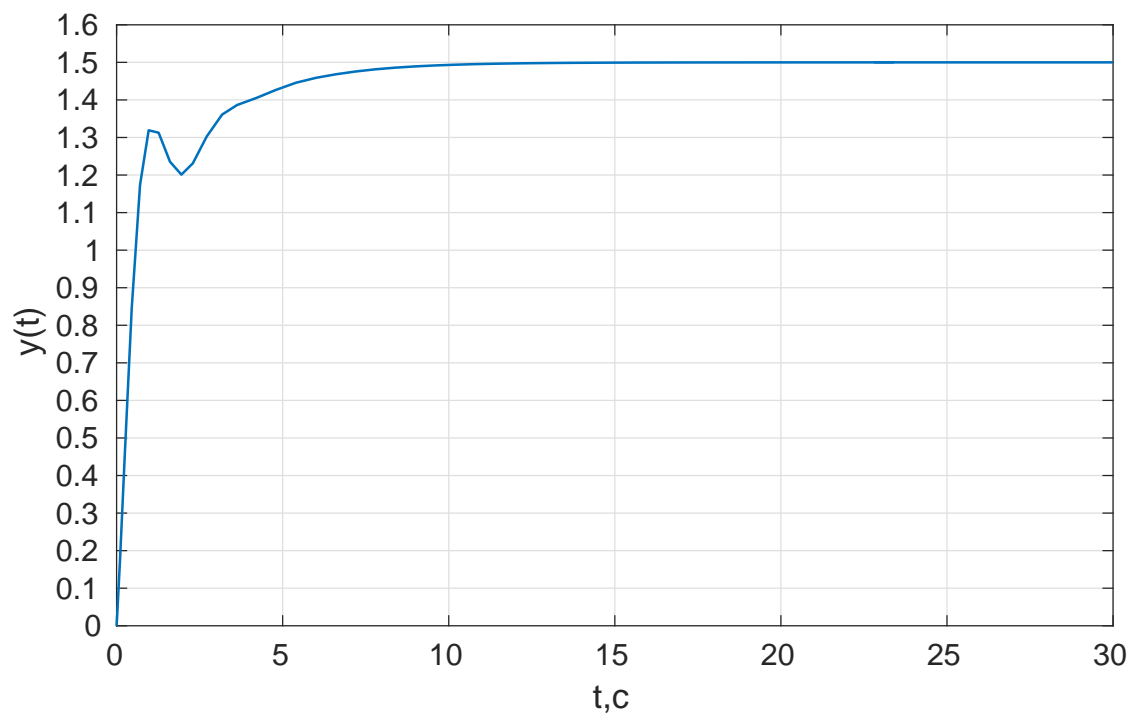


Рисунок 15 – График переходного процесса

Было получено предельное значение установившейся ошибки e .

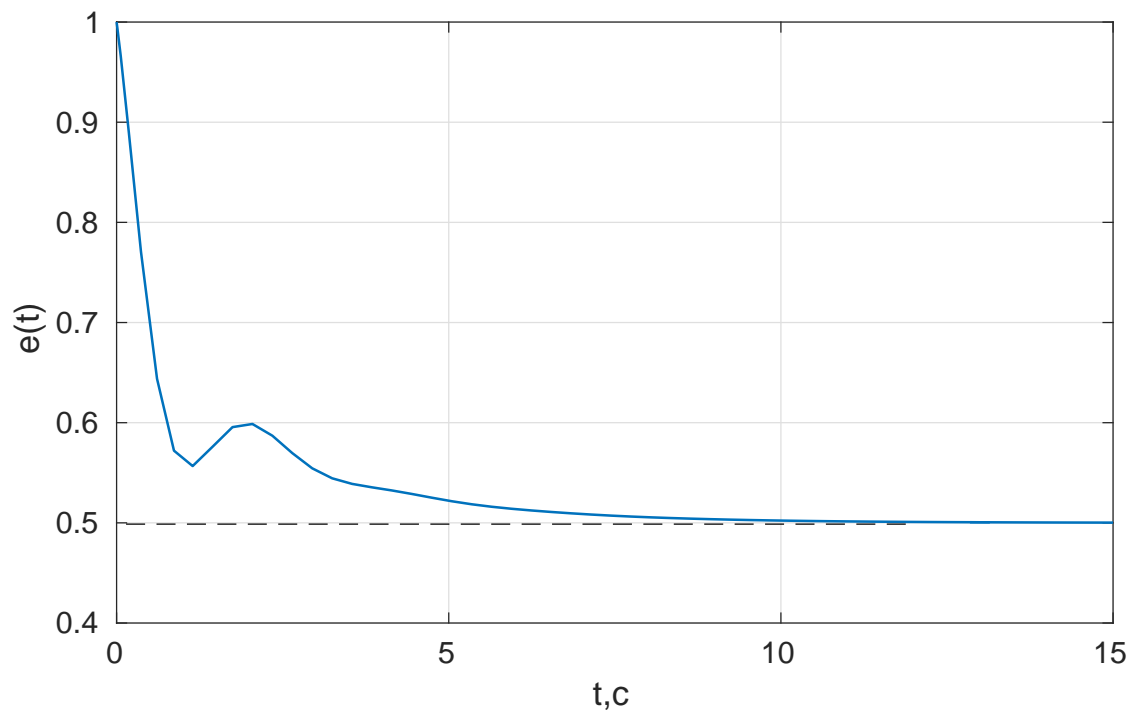


Рисунок 16 – График, изображающий предельное значение установившейся ошибки

Предельное значение установившейся ошибки $e=0,5$.

Проверим полученное значение:

$$e = F_2 = f_2(t) \quad (3)$$

$$e = F_2 = f_2(t) = 0,5$$

Полученные значения установившейся ошибки сходятся, из этого можно сделать вывод, что полученное значение на графике — верно.

5 Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии

Была собрана структурная схема данной системы:

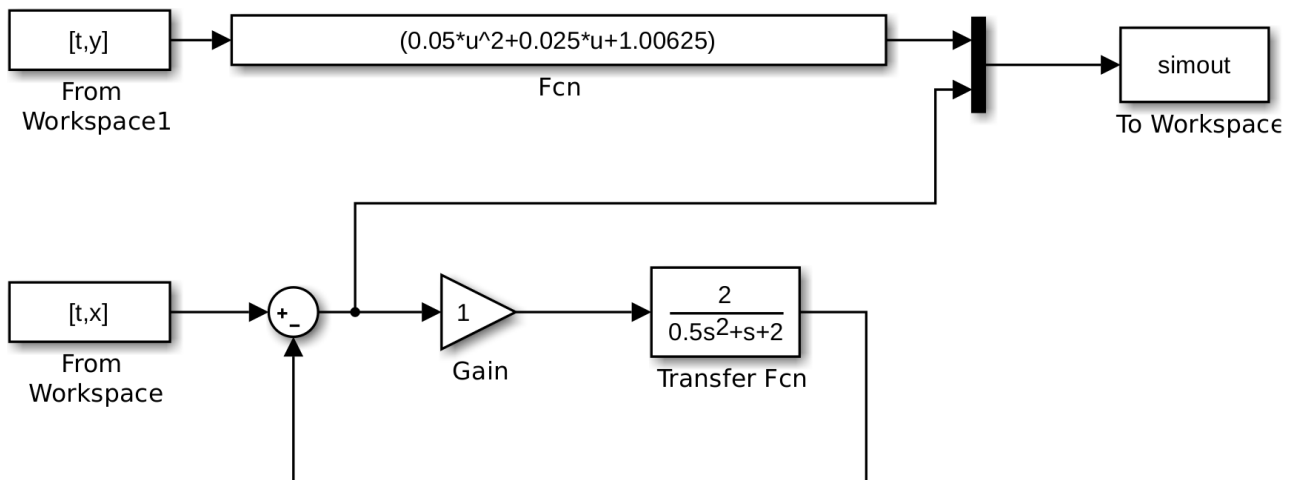


Рисунок 17 – Структурная схема моделируемой системы

Был получен переходный процесс в замкнутой системе:

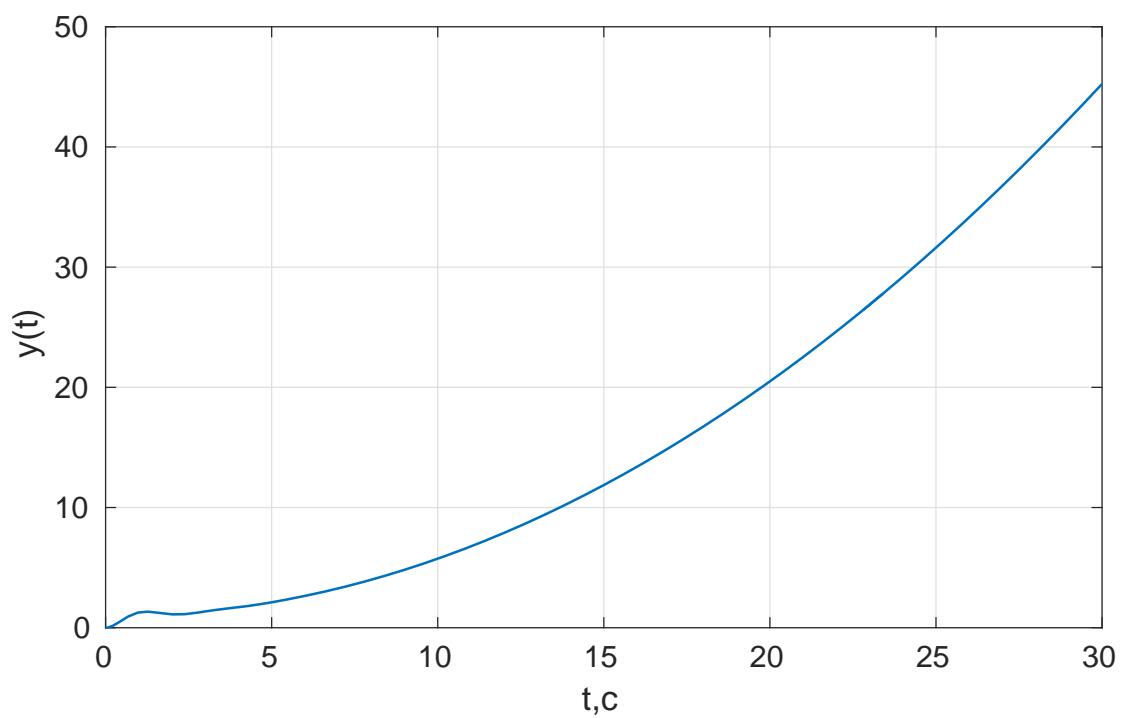


Рисунок 18 – Переходной процесс в замкнутой системе

На рисунке 19 представлен график, изображающий установившуюся ошибку слежения.

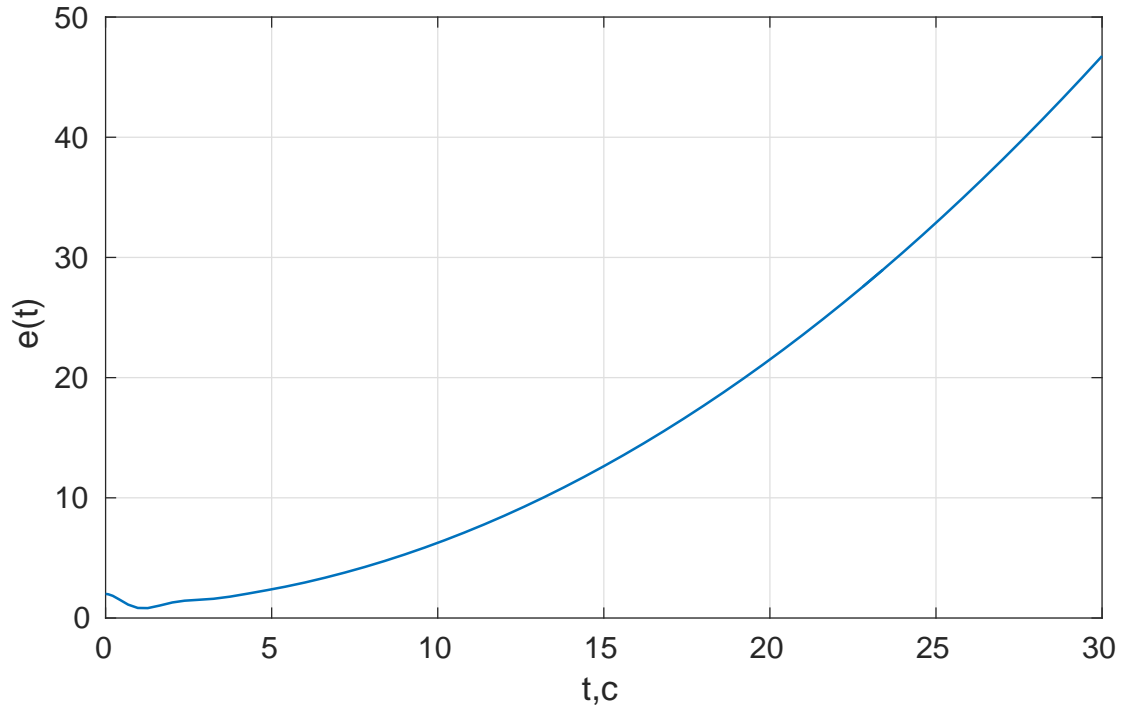


Рисунок 19 – График, изображающий установившуюся ошибку слежения

Из графика видно, что установившаяся ошибка $e = \infty$.

Получим приближенное аналитическое выражение для $e_y(t)$, сохранив в ряде Тейлора три первых члена:

$$e(t) = c_0 * g(t) + c_1 * \dot{g}(t) + c_2/2! * \ddot{g}(t) \quad (4)$$

$$c_i = \left[\frac{d^i}{ds^i} \Phi_e(s) \right] \quad (5)$$

$$c_0 = \Phi_e(s) = \frac{0.5s^2 + s + 2}{0.5s^2 + s + 4}$$

$$g(t) = 2 + 0.1t^2$$

при $s = 0 : c_0 = 0.5$

$$c_1 = \dot{\Phi}_e(s) = \frac{d}{ds} \frac{0.5s^2 + s + 2}{0.5s^2 + s + 4} = \frac{8s + 8}{(s^2 + 2s + 8)^2}$$

$$\dot{g}(t) = 0.2t$$

при $s = 0 : c_1 = 0.125$

$$c_2 = \ddot{\Phi}_e(s) = \frac{-24s^2 - 48s + 32}{(s^2 + 2s + 8)^3}$$

$$\ddot{g}(t) = 0.2$$

при $s = 0 : c_2 = 0.0625$

Подставим получившиеся значения в выражение для ошибки:

$$e(t) = 0.05t^2 + 0.025t + 1.00625$$

Получили графики расчетной ошибки и ошибки, вычисленной в ходе математического моделирования.

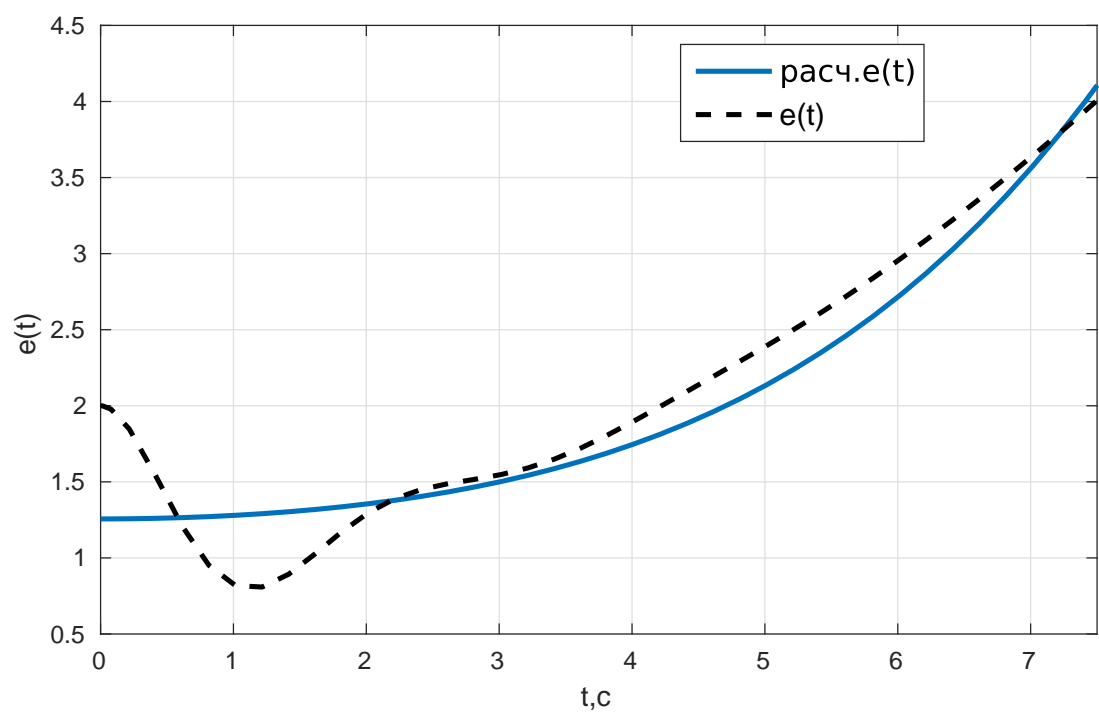


Рисунок 20 – Графики ошибок

Вывод

В данной лабораторной работе было проведено исследование системы с астатизмом нулевого и первого порядка; исследование влияния внешних возмущений; исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии. При исследовании системы с нулевым порядком астатизма в стационарном режиме работы значения установившейся ошибки были больше нуля. А при исследовании системы с первым порядком астатизма в стационарном режиме работы значения установившейся ошибки стремились к нулю. Полученные значения установившейся ошибки были проверены аналитически. При исследовании установившейся ошибки при произвольном входном воздействии - значение установившейся ошибки стремилось к бесконечности.