

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 .

Исходные данные

В таблице 1 представлены параметры системы: передаточная функция объекта управления, характеристики задающих и возмущающих воздействий.

Таблица 1 – Исходные данные

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

1 Исследование системы с астатизмом нулевого порядка

На рисунке 1 представлена структурная схема моделируемой системы.

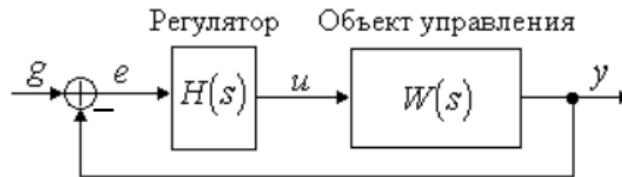


Рисунок 1 – Структурная схема моделируемой системы нулевого порядка

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

Значение коэффициентов k: 1, 5, 10. На рисунке 2 представлена структурная схема моделируемой системы нулевого порядка.

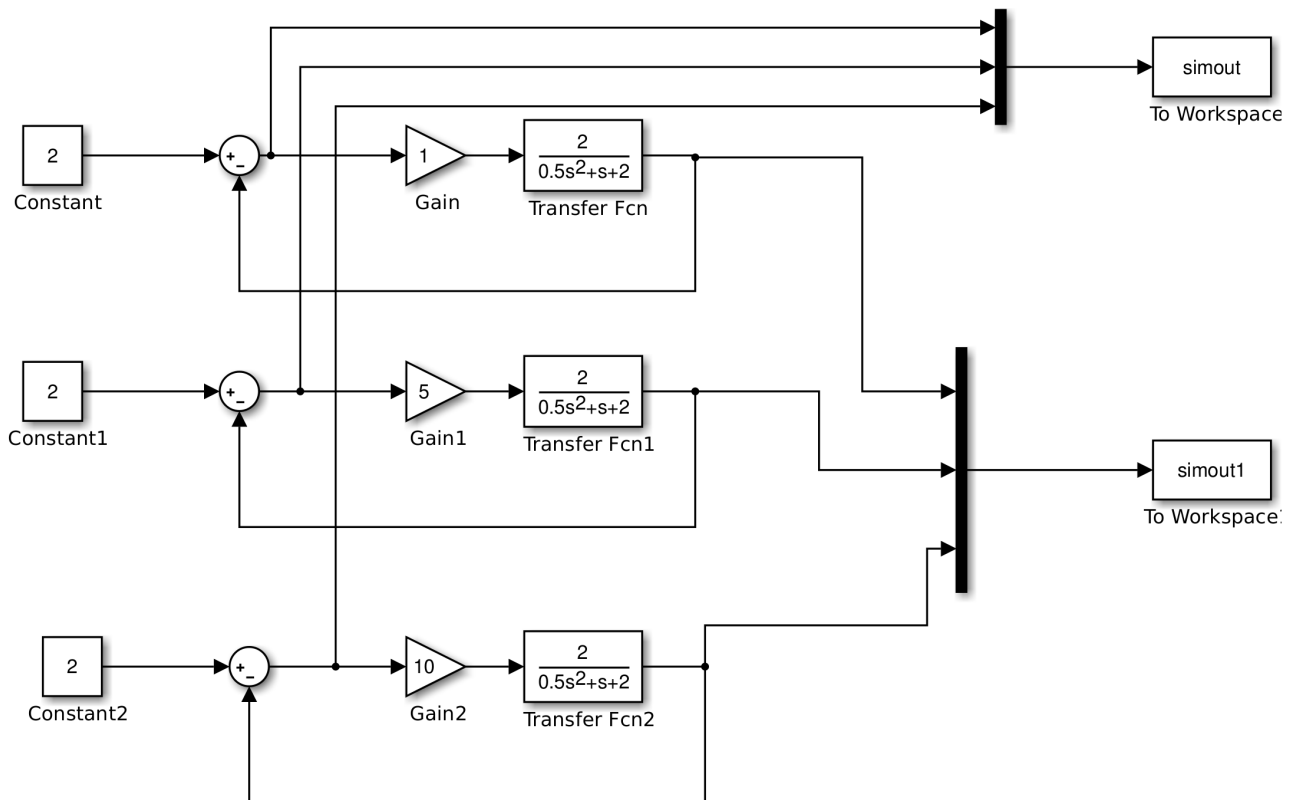


Рисунок 2 – Структурная схема моделируемой системы нулевого порядка

Получили переходные процессы для трех различных значений коэффициентов k ($k=1$; $k=5$; $k=10$). На рисунке 3 представлены графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$.

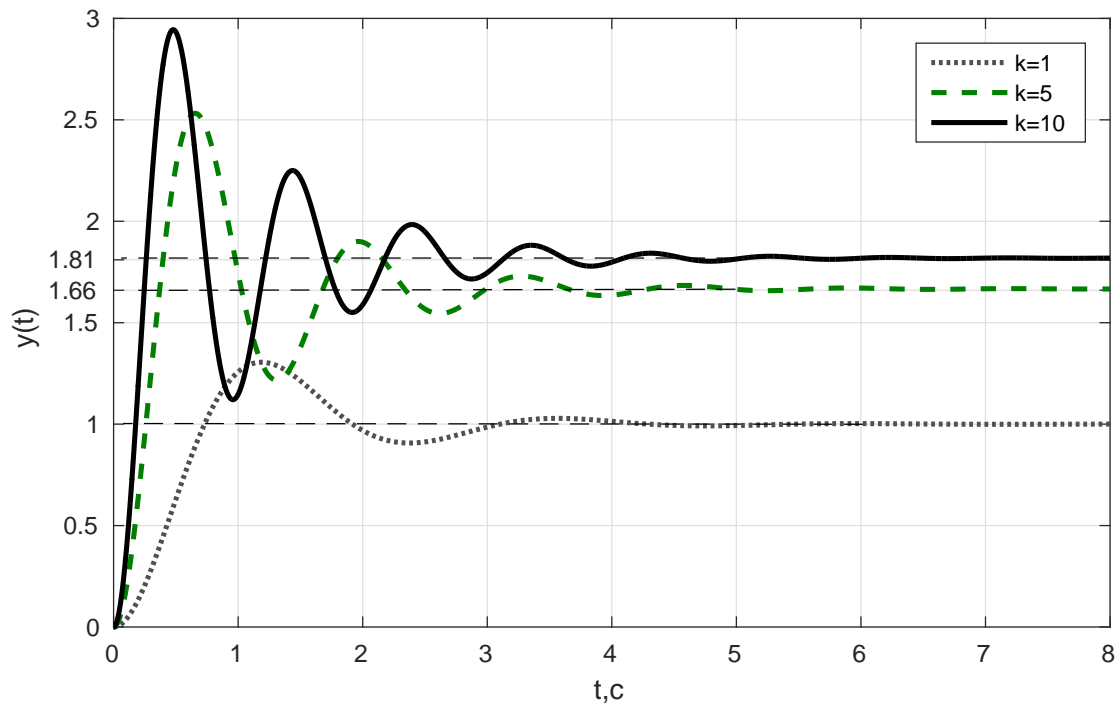


Рисунок 3 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

Было получено предельное значение установившейся ошибки e . На рисунке 4 приведены графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки.

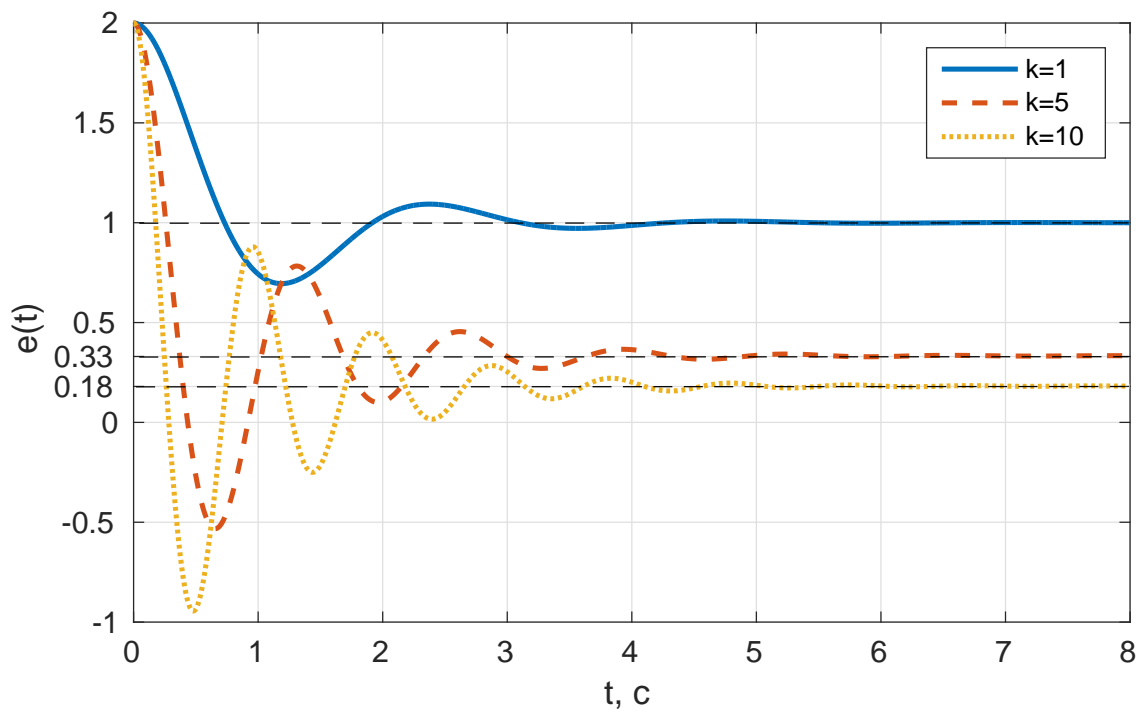


Рисунок 4 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки

С помощью расчета проверим получившееся на графике значения установившейся ошибки:

$$e = \frac{A}{(1 + k)} \quad (1)$$

Подставим полученные значения:

при $k=1$: $e=2/(1+1)=1$

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.

1.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью:

$$g(t) = Vt$$

На рисунке 5 представлена структурная схема моделируемой системы.

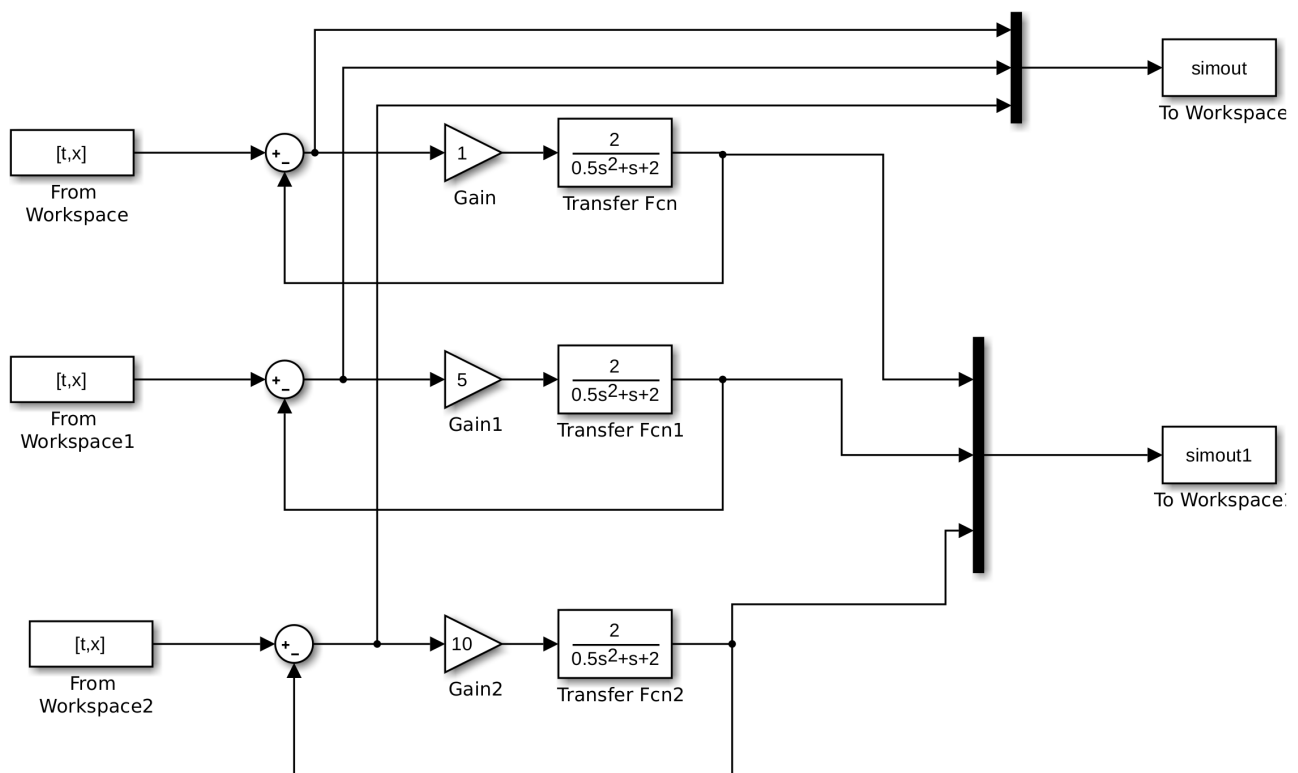


Рисунок 5 – Структурная схема моделируемой системы

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

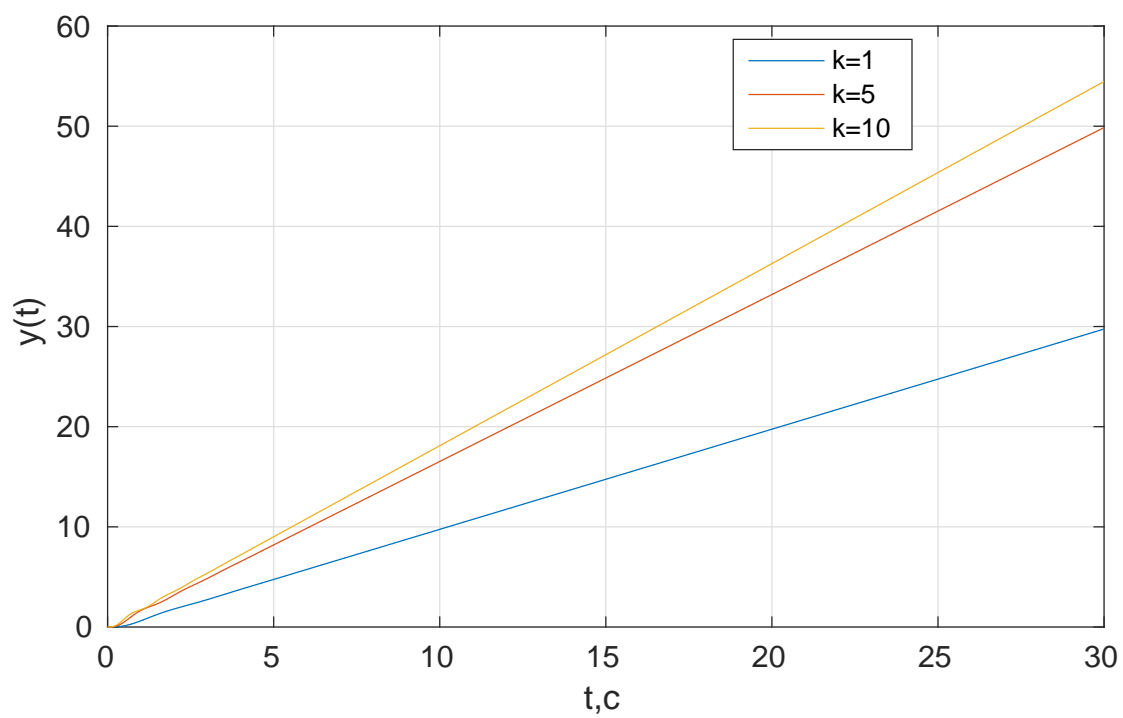


Рисунок 6 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

2 Исследование системы с астатизмом первого порядка

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

На рисунке 7 представлена структурная схема моделируемой системы.

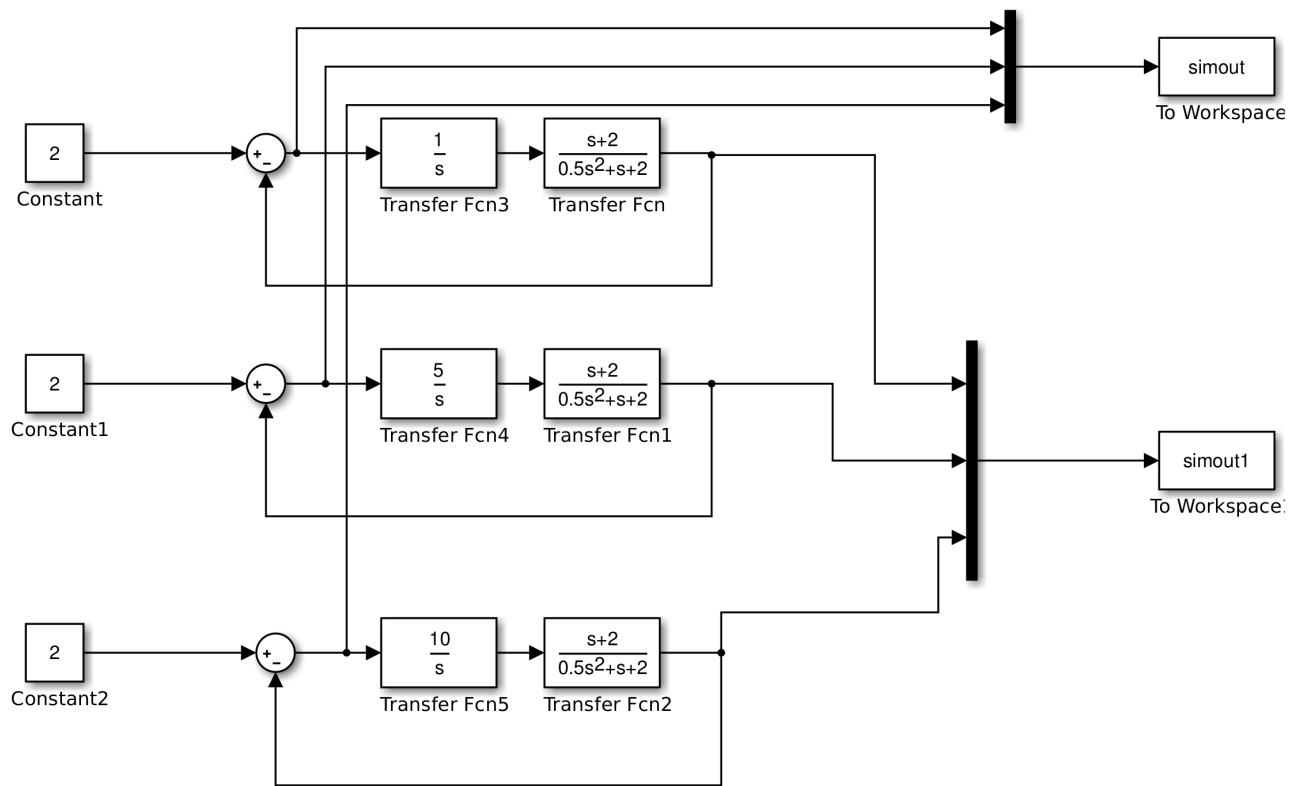


Рисунок 7 – Структурная схема моделируемой системы

Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента k . На рисунке 8 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента k .

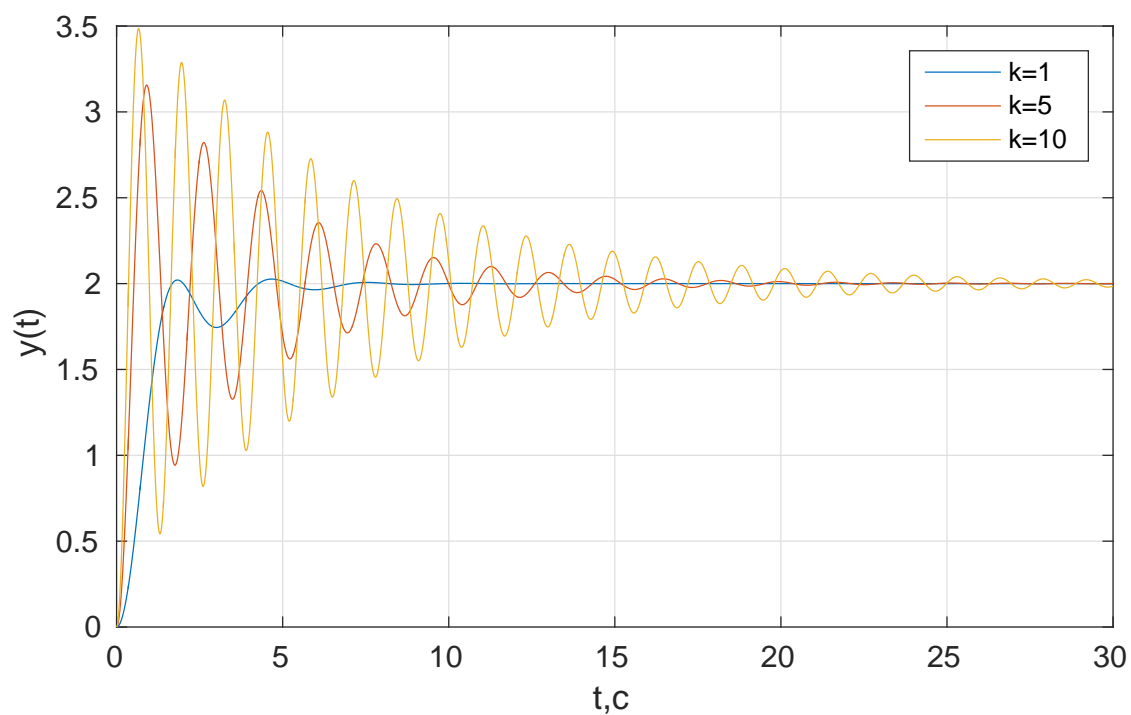


Рисунок 8 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

Было получено предельное значение установившейся ошибки e .

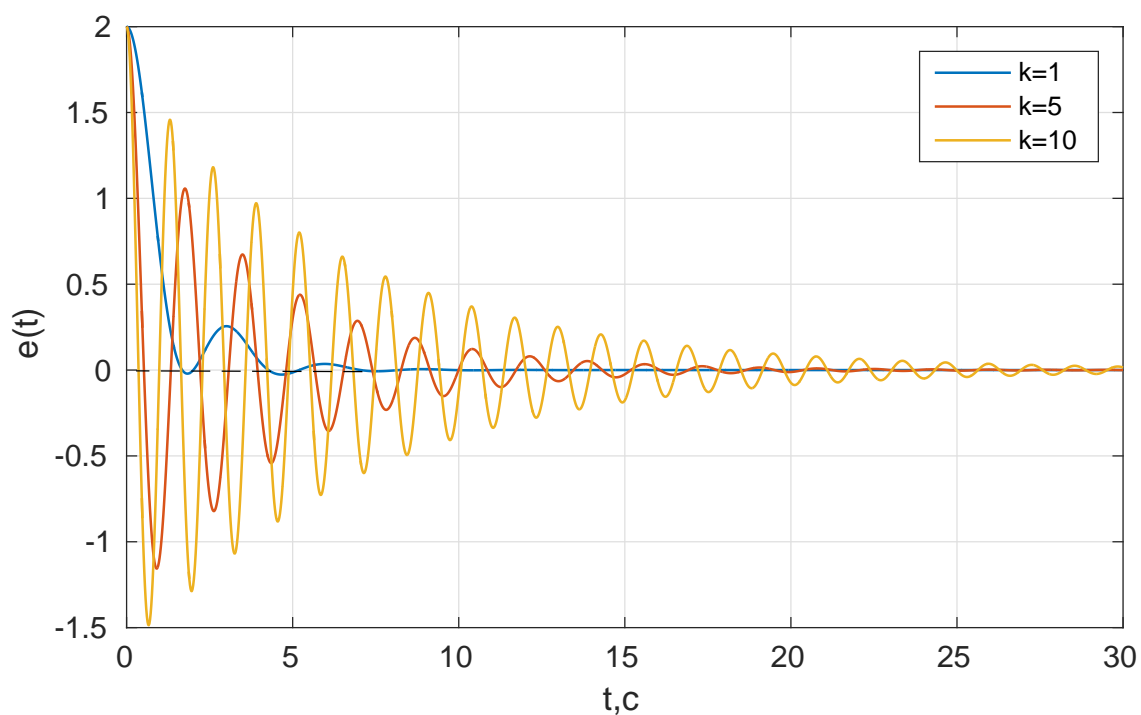


Рисунок 9 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки

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

2.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью:

$$g(t) = Vt$$

Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента k . На рисунке 10 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента k . На рисунке 11 приведены графики установившейся ошибки.

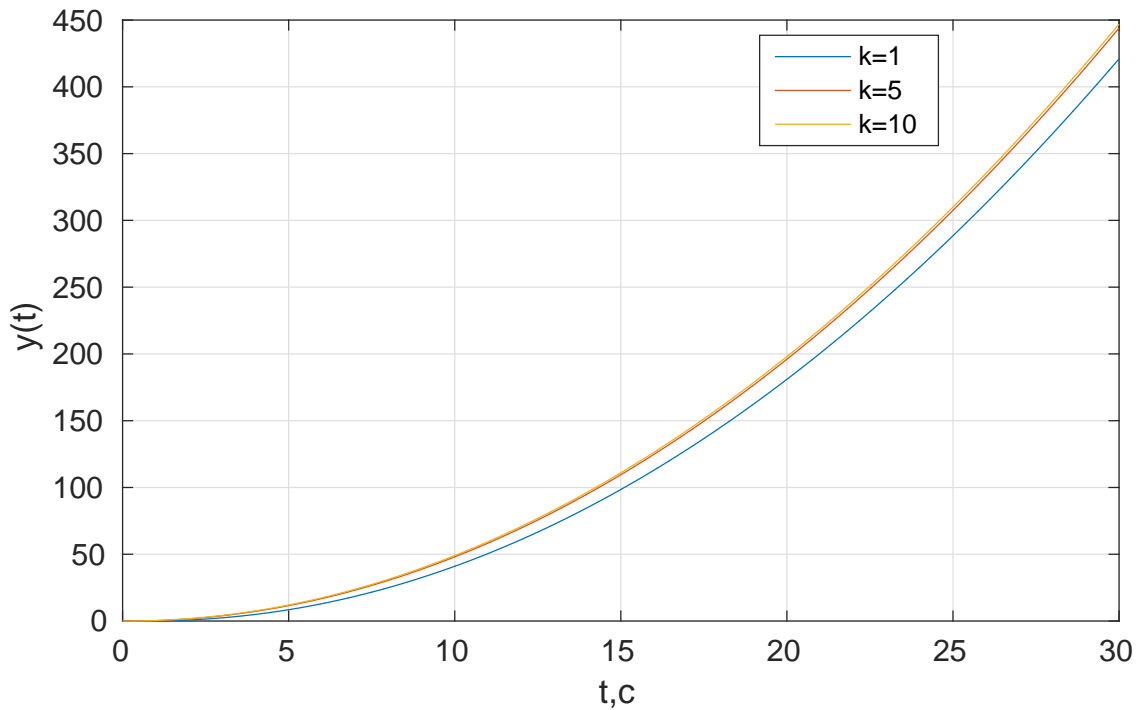


Рисунок 10 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

Было получено предельное значение установившейся ошибки e .

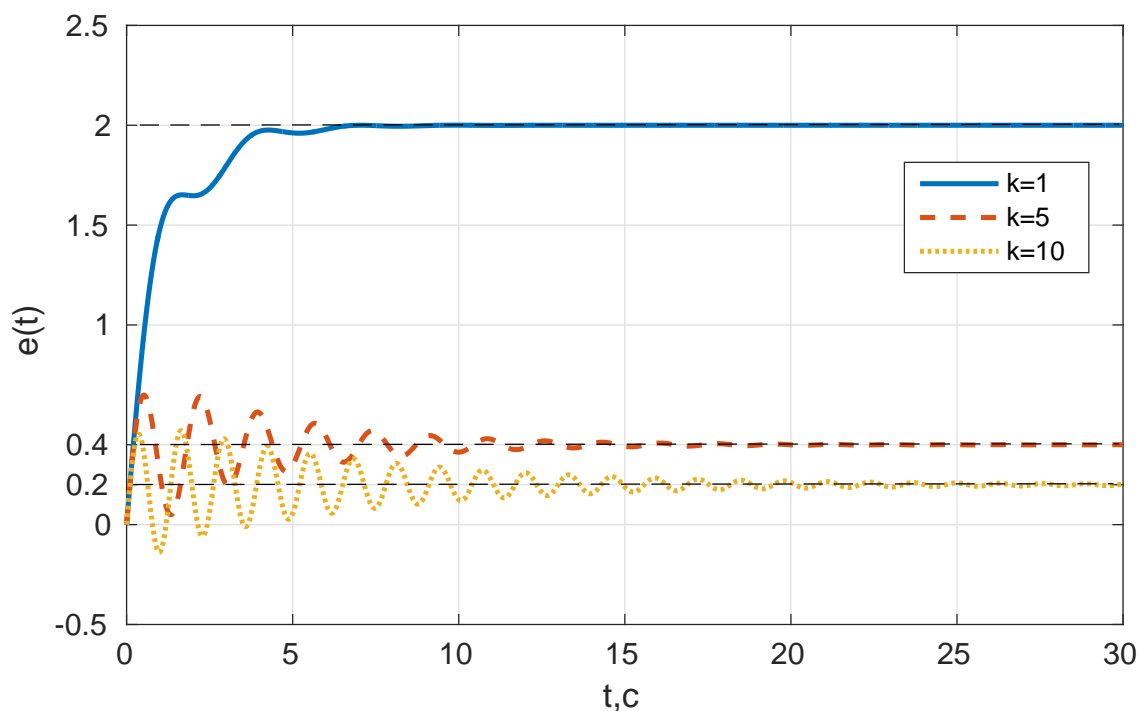


Рисунок 11 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки

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:

$$e = \frac{V}{k} \quad (2)$$

Подставим полученные значения:

при $k=1$: $e=2/1=2$

при $k=5$: $e=2/5=0.4$

при $k=10$: $e=2/10=0.2$

Рассчитанные значения совпадают с получившимися значениями на графике.

2.3 Исследование режима движения с постоянным ускорением:

$$g(t) = at^2/2$$

Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента k .

На рисунке 12 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента k .

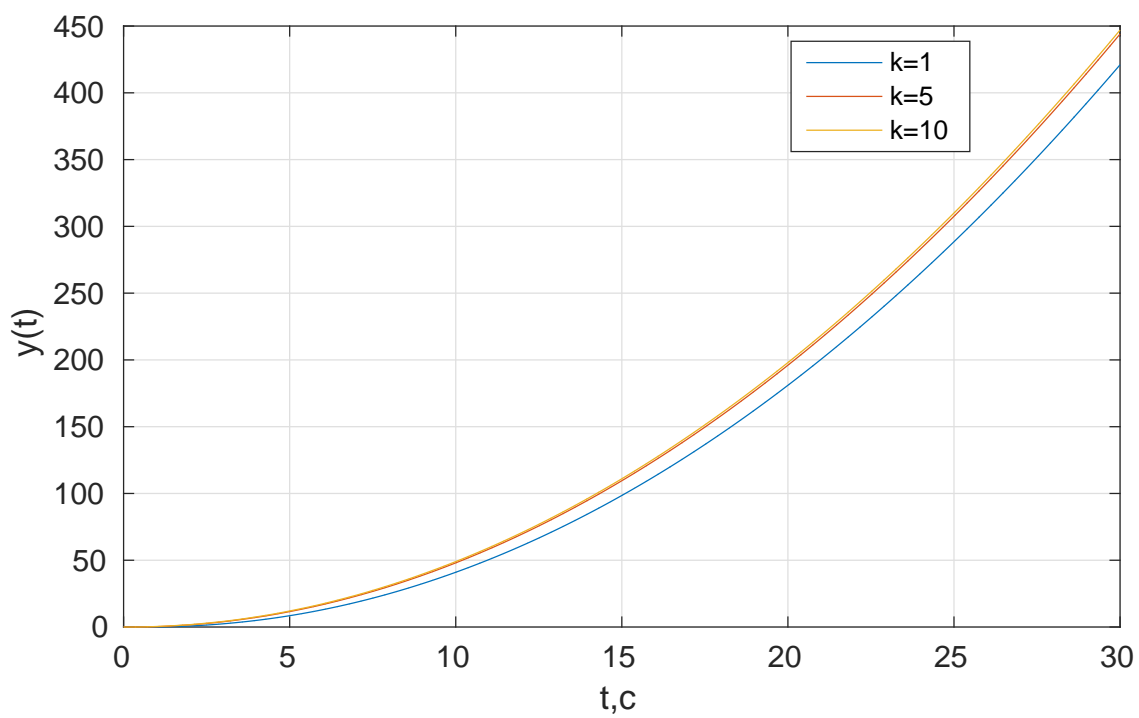


Рисунок 12 – Графики переходного процесса для $k=1$; $k=5$; $k=10$

3 Исследование влияния внешних возмущений

На рисунке 13 приведена структурная схема возмущенной системы.

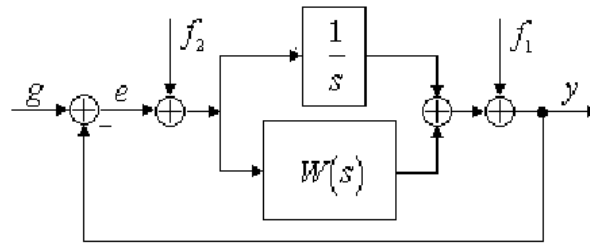


Рисунок 13 – Структурная схема возмущенной системы

На рисунке 14 приведена схема моделирования возмущенной системы. На рисунке 15 представлен график переходного процесса. На рисунке 16 - график, изображающий предельное значение установившейся ошибки.

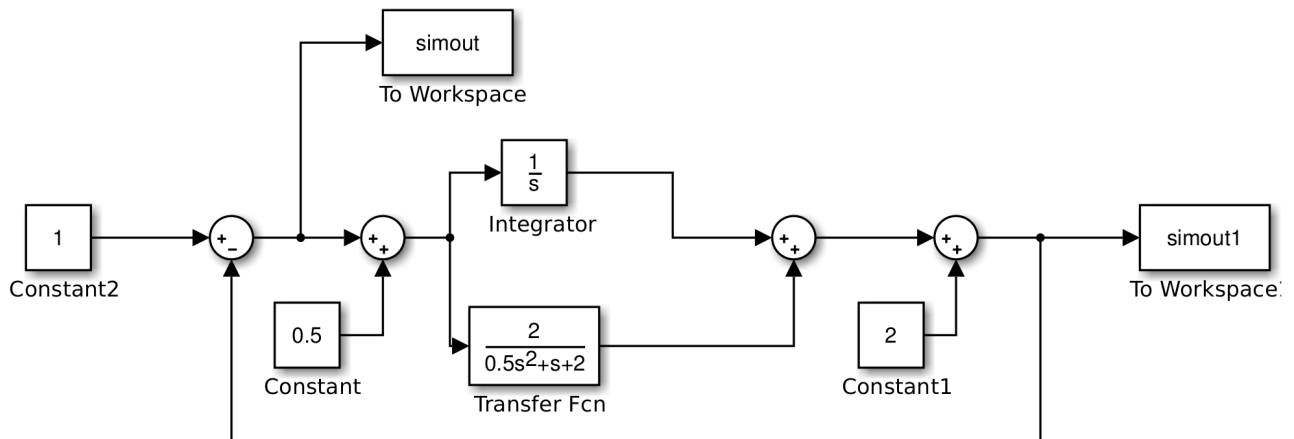


Рисунок 14 – Схема моделирования возмущенной системы

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

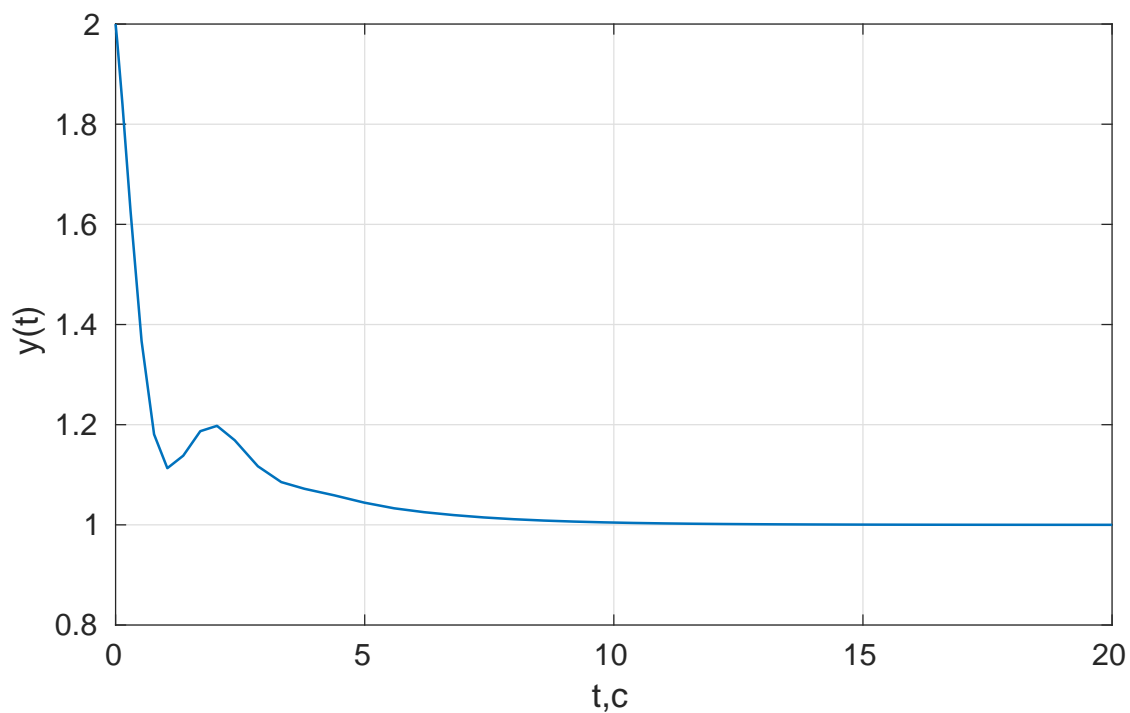


Рисунок 15 – График переходного процесса

Было получено предельное значение установившейся ошибки e .

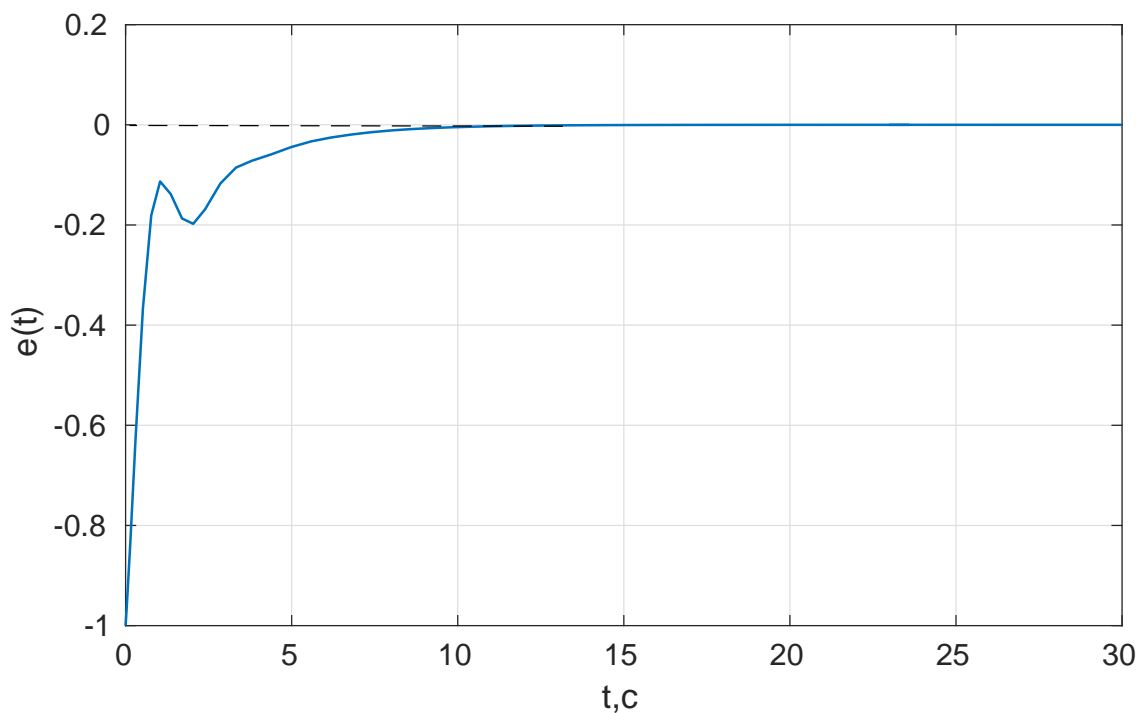


Рисунок 16 – График, изображающий предельное значение установившейся ошибки

Предельное значение установившейся ошибки $e=0$.

Положим $f_1(t) = 0$ и $g(t)=1(t)$, получим переходной процесс, который представлен на рисунке 17. На рисунке 18 представлен график, изображающий предельное значение установившейся ошибки.

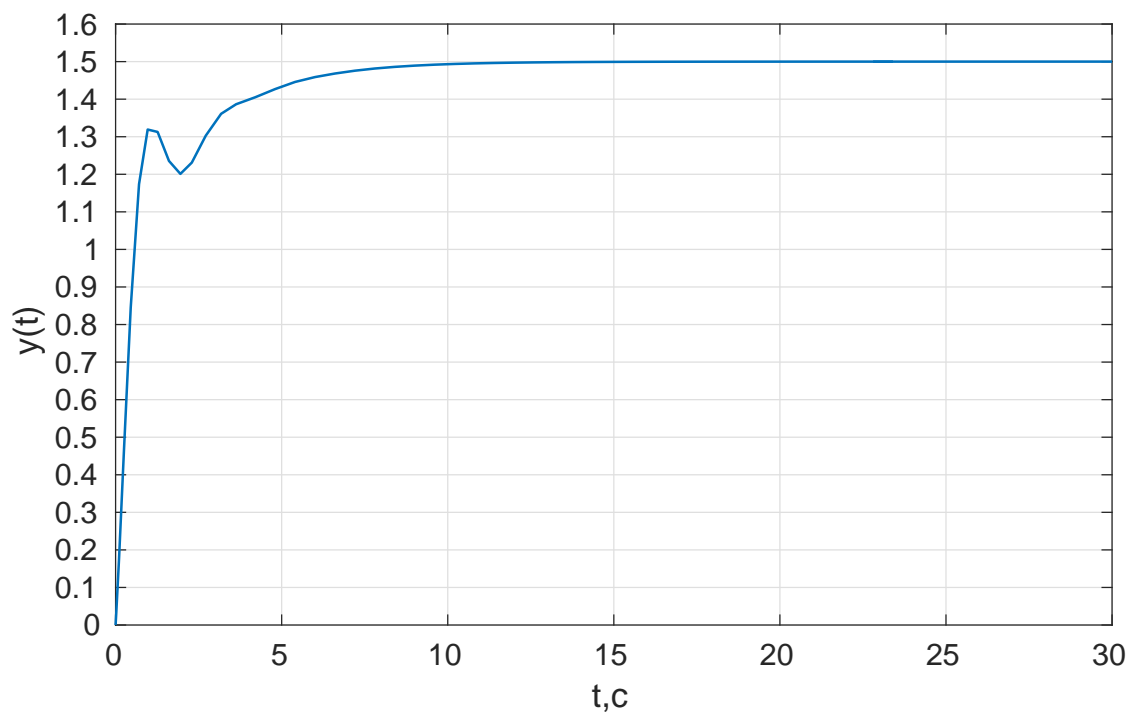


Рисунок 17 – График переходного процесса

Было получено предельное значение установившейся ошибки e .

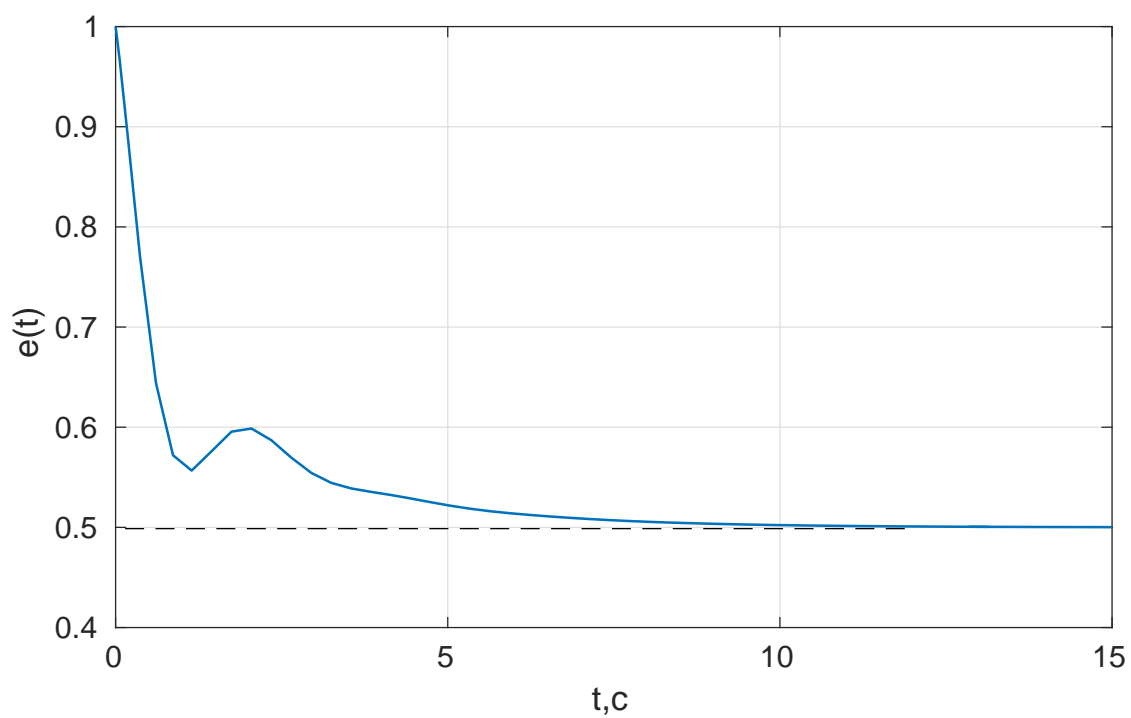


Рисунок 18 – График, изображающий предельное значение установившейся ошибки

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.

4 Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии

Была собрана структурная схема данной системы, которая представлена на рисунке 19.

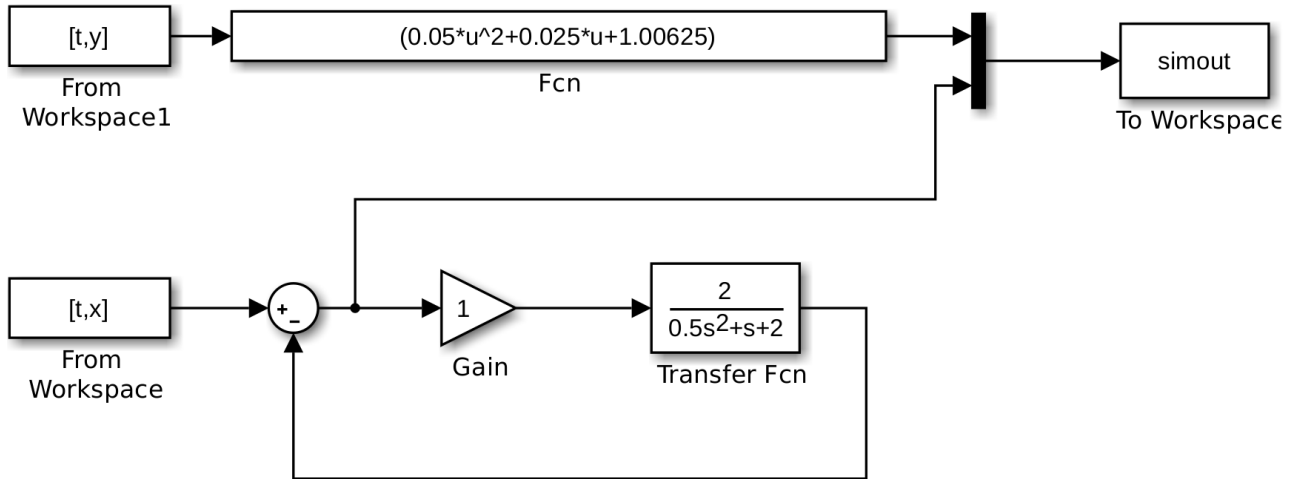


Рисунок 19 – Структурная схема моделируемой системы

Был получен переходный процесс в замкнутой системе, который представлен на рисунке 20.

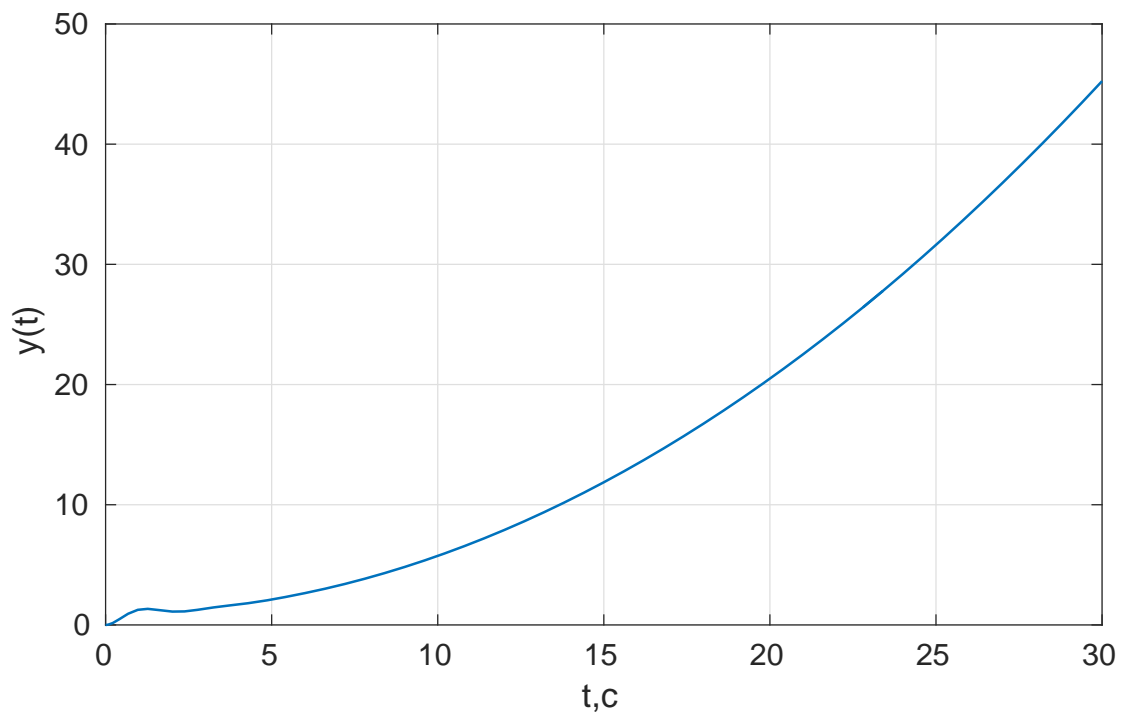


Рисунок 20 – Переходной процесс в замкнутой системе

На рисунке 21 представлен график, изображающий установившуюся ошибку слежения.

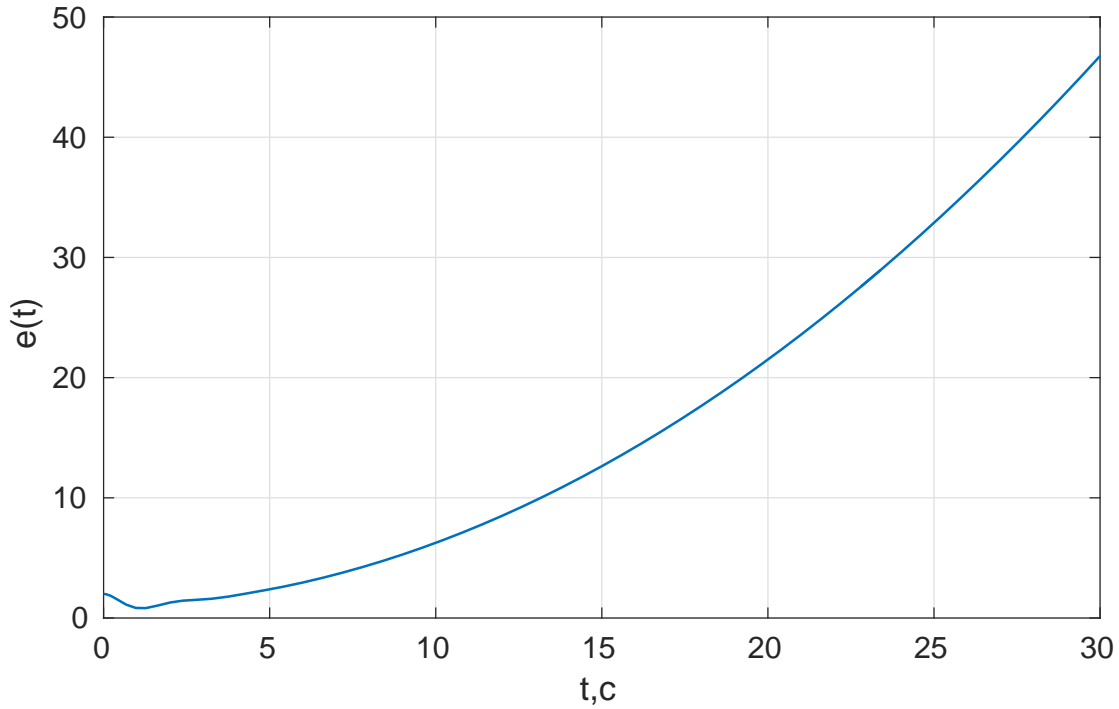


Рисунок 21 – График, изображающий установившуюся ошибку слежения

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

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

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

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

$g(t) = 2 + 0.1t^2$	$\Phi_e(s) _{s=0} = \frac{0.5s^2 + s + 2}{0.5s^2 + s + 4} = 0.5$
$\dot{g}(t) = 0.2t$	$\left. \frac{d\Phi_e(s)}{ds} \right _{s=0} = \frac{8s + 8}{(s^2 + 2s + 8)^2} = 0.125$
$\ddot{g}(t) = 0.2$	$\left. \frac{d^2\Phi_e(s)}{ds^2} \right _{s=0} = \frac{-24s^2 - 48s + 32}{(s^2 + 2s + 8)^3} = 0.0625$

Подставим получившиеся значения в выражение для ошибки:

$$e(t) = 0.05t^2 + 0.025t + 1.00625 \quad (6)$$

Получили графики расчетной ошибки и ошибки, вычисленной в ходе математического моделирования, которые представлены на рисунке 22.

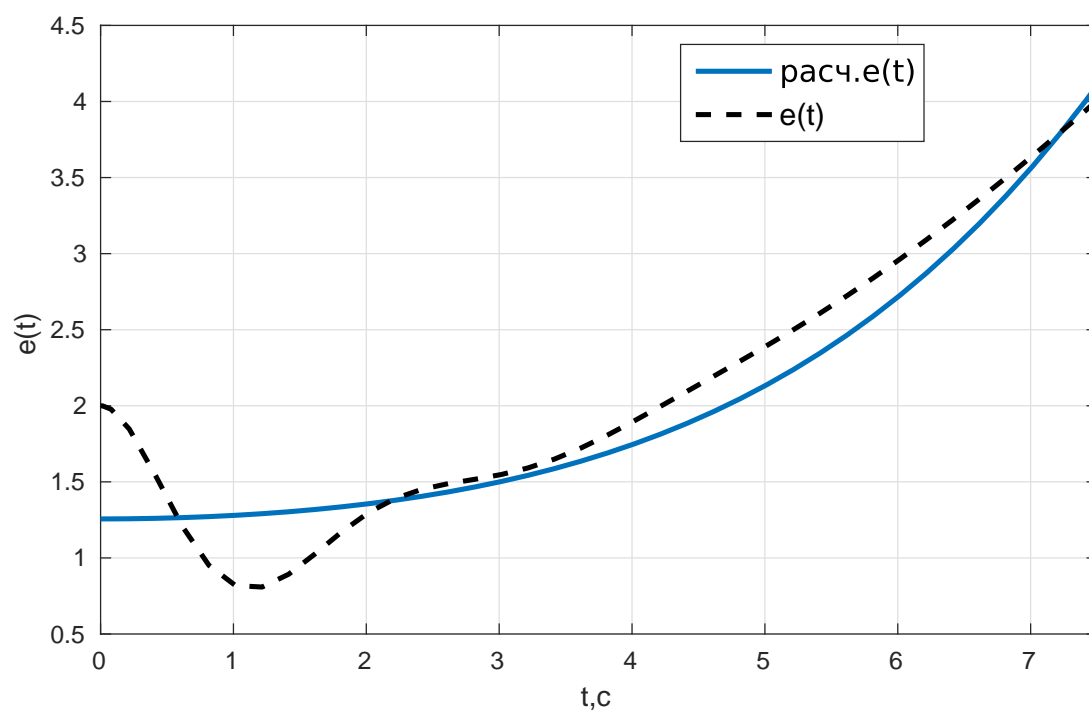


Рисунок 22 – Графики ошибок

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.