

**Цель работы:** исследование точностных свойств систем управления.

## 1 Исследование системы с астатизмом нулевого порядка.

Таблица 1 - Вариант параметров системы с нулевым порядком астатизма.

Вариант	$W(s)$	$g(t)=A$	$g(t)=Vt$
9	$2/(0.5s^2 + s + 2)$	2	$2t$

**Исследование стационарного режима работы:**  $g(t)=A$ . Значение коэффициентов  $k$ : 1, 5, 10. На рисунке 1 представлена структурная схема моделируемой системы.

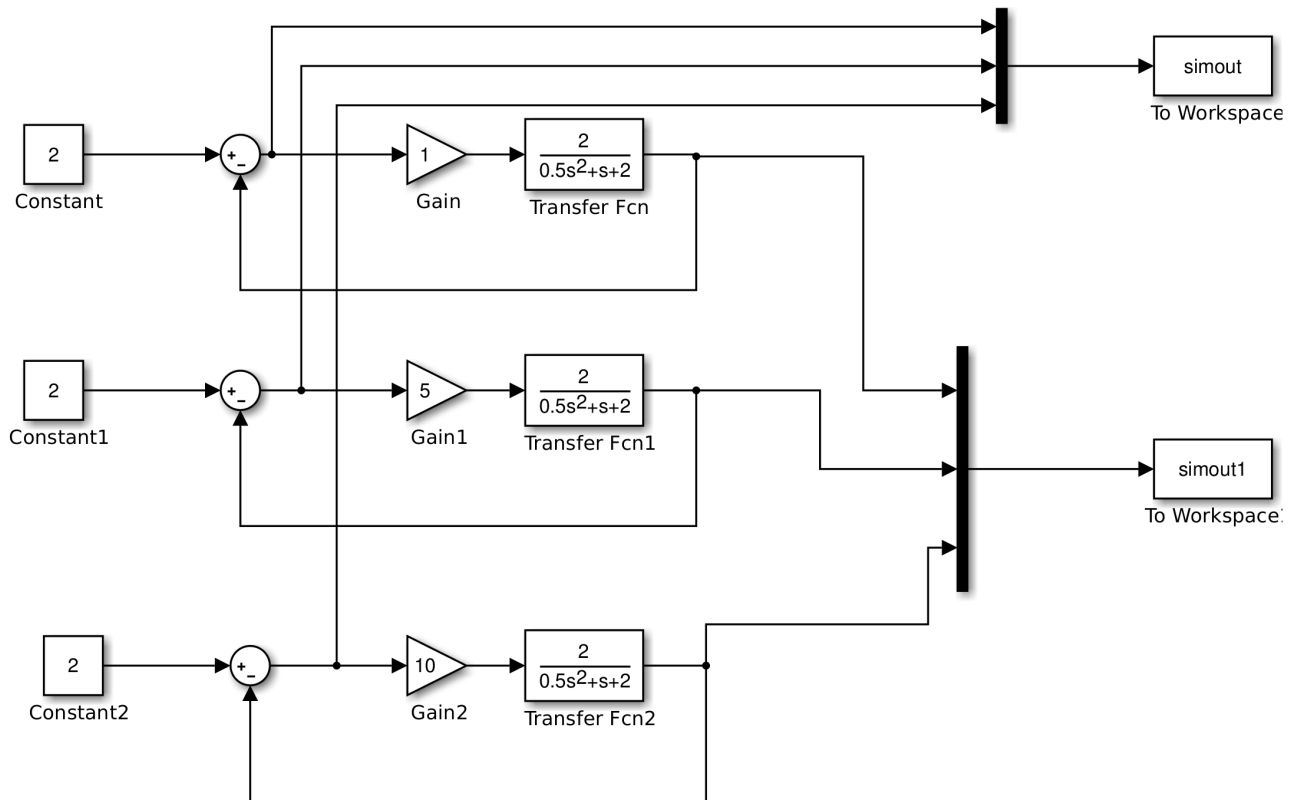


Рис. 1 – Структурная схема моделируемой системы.

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

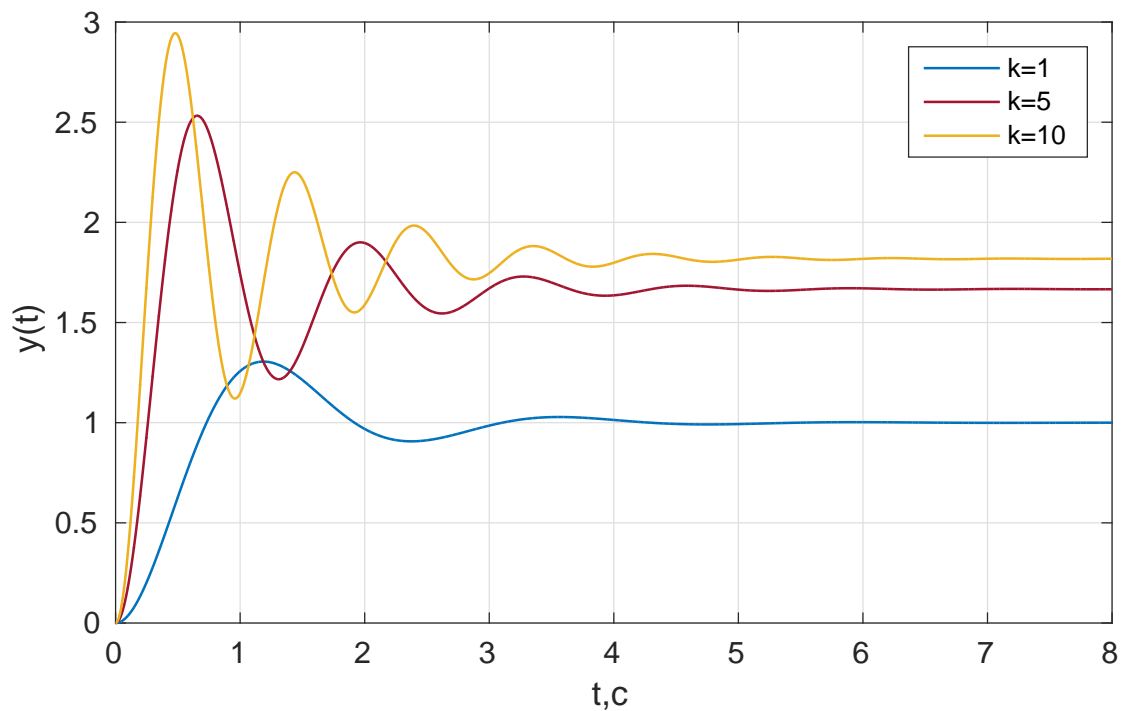


Рис. 2 – Графики переходного процесса для  $k=1$ ;  $k=5$ ;  $k=10$ .

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

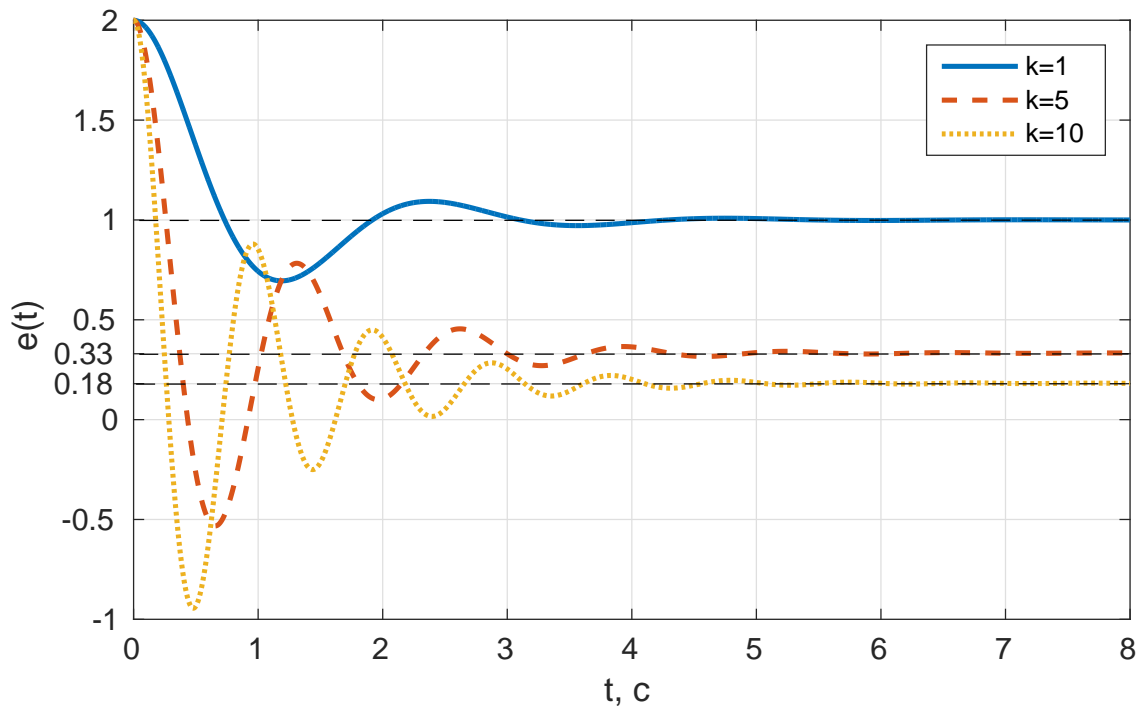


Рис. 3 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки.

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.

**Исследование режима движения с постоянной скоростью:  $g(t)=Vt$ .** На рисунке 4 представлена структурная схема моделируемой системы.

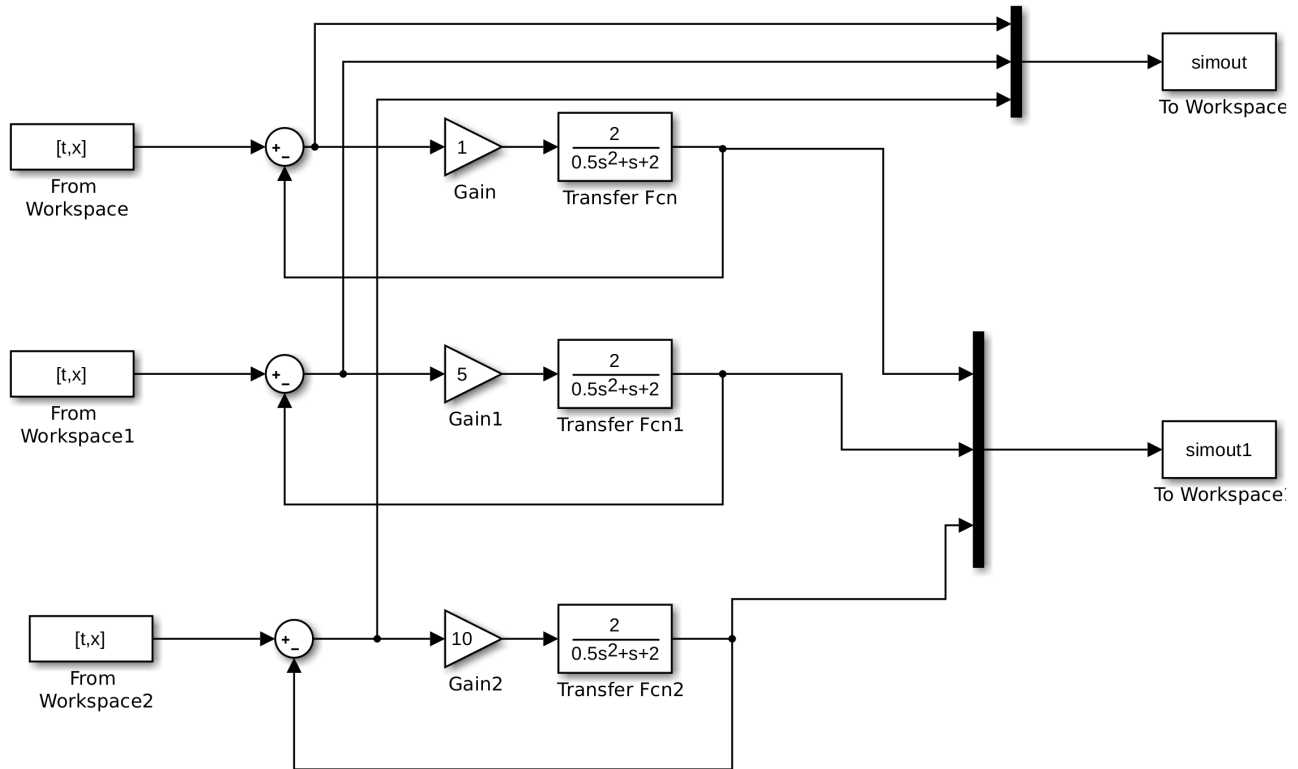


Рис. 4 – Структурная схема моделируемой системы.

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

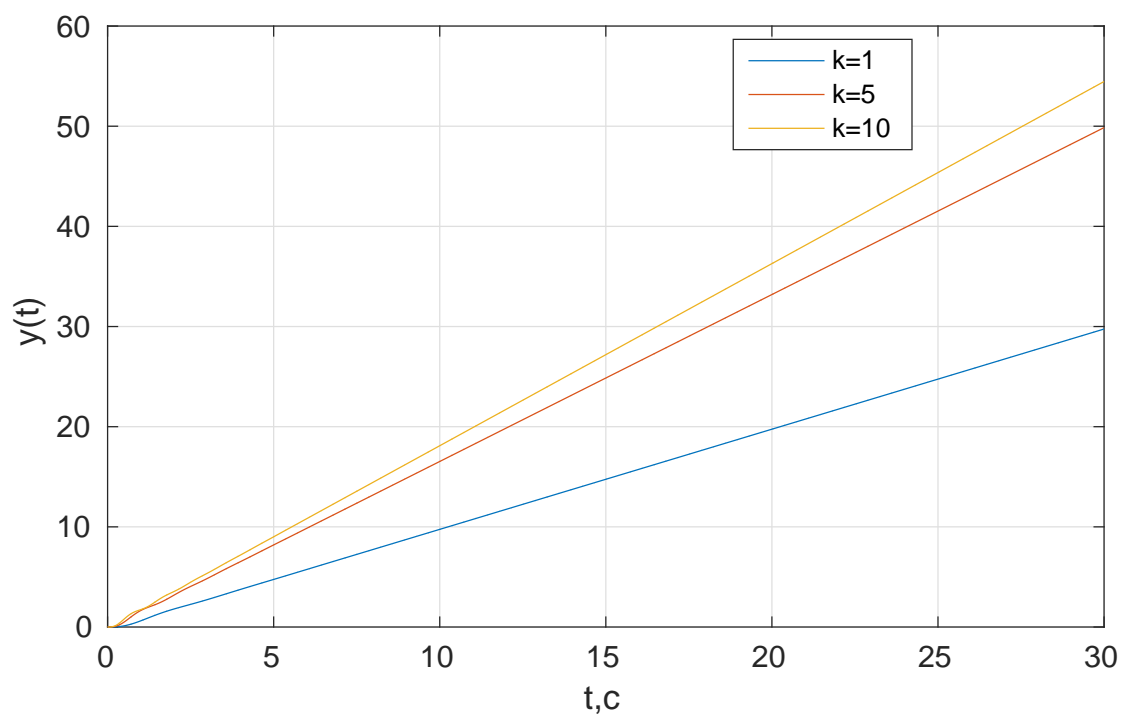


Рис. 5 – Графики переходного процесса для  $k=1$ ;  $k=5$ ;  $k=10$ .

## 2 Исследование системы с астатизмом первого порядка.

Таблица 2 - Вариант параметров системы с первым порядком астатизма.

Вариант	$W(s)$	$g = at^2/2$
9	$(s + 2)/(0.5s^2 + s + 2)$	$0.5t^2$

**Исследование стационарного режима работы:**  $g(t) = A$ . На рисунке 6 представлена структурная схема моделируемой системы.

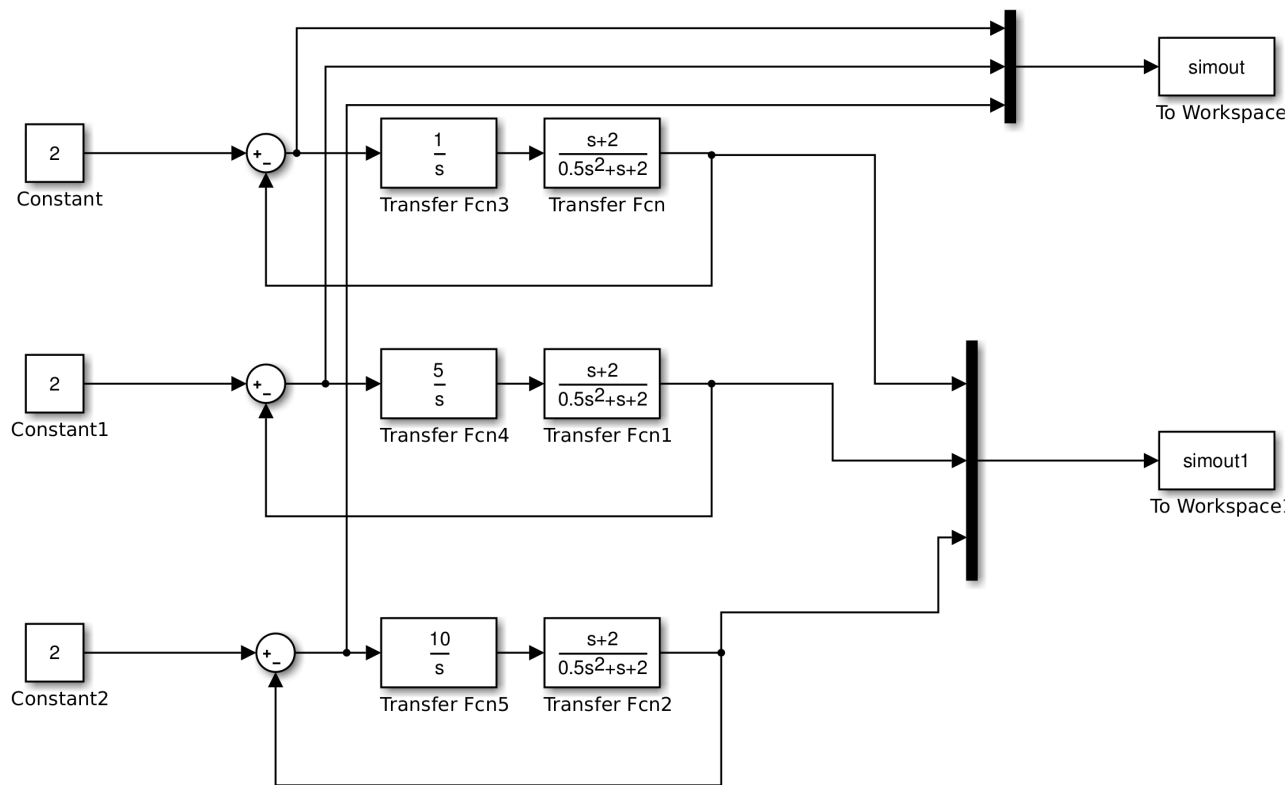


Рис. 6 – Структурная схема моделируемой системы.

Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента  $k$ . На рисунке 6 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента  $k$ .

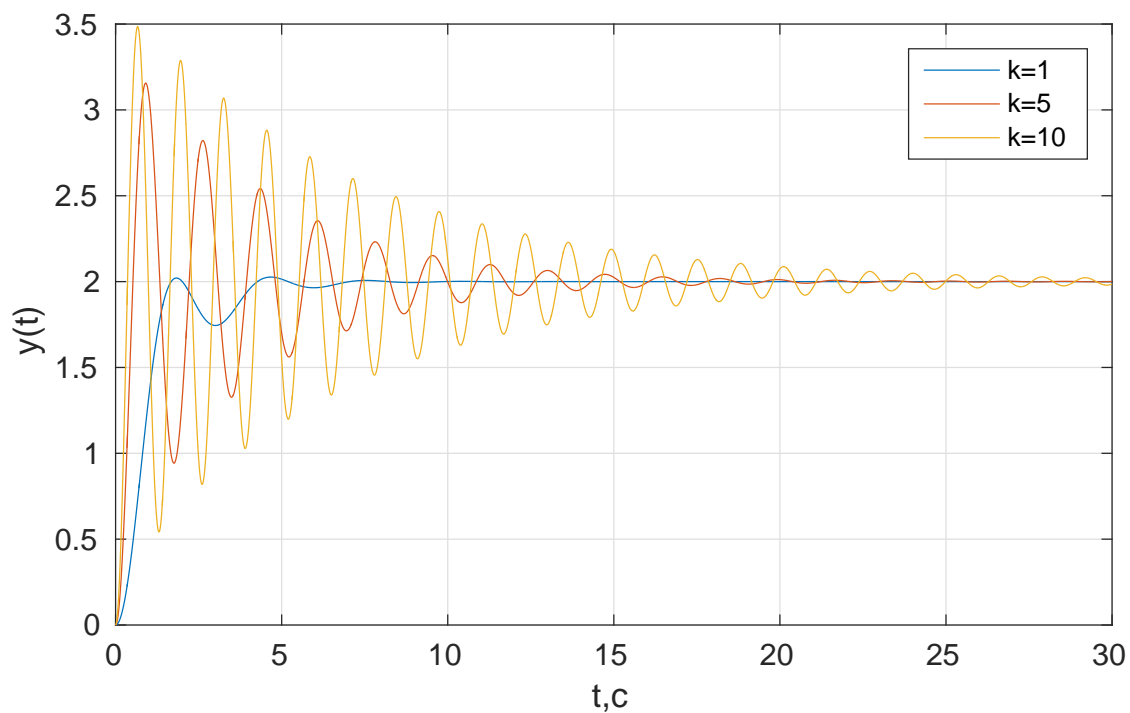


Рис. 7 – Графики переходного процесса для  $k=1$ ;  $k=5$ ;  $k=10$ .

Было получено предельное значение установившейся ошибки  $e$ .

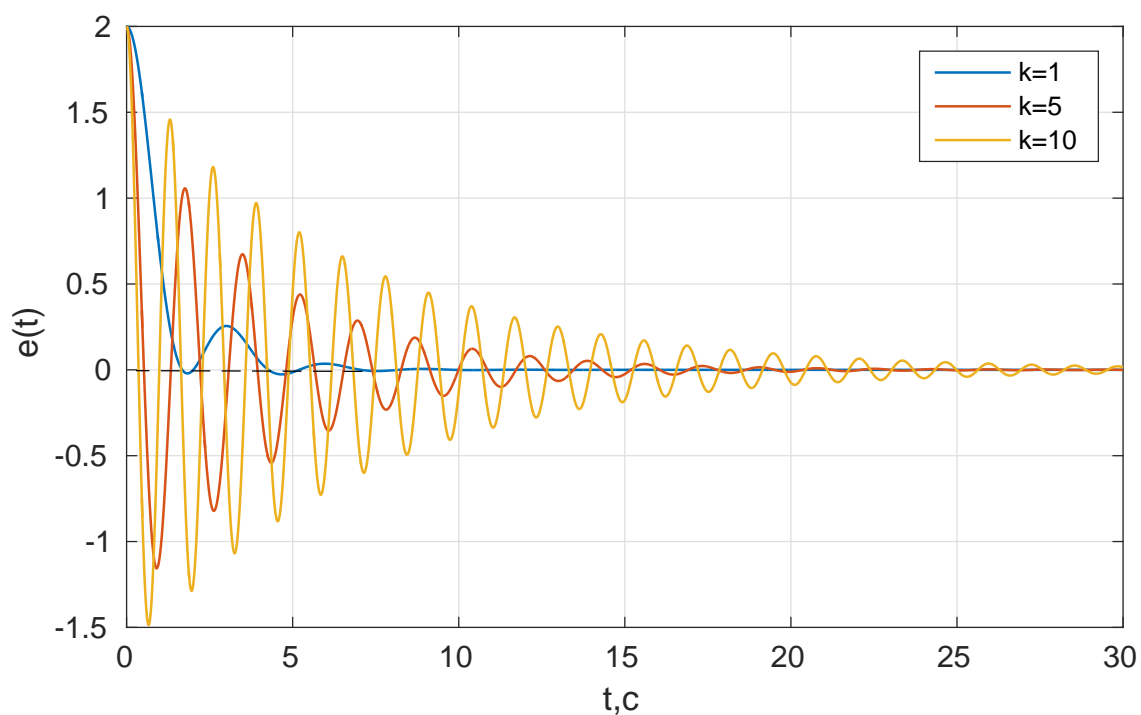


Рис. 8 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки.

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

**Исследование режима движения с постоянной скоростью:**  $g(t) = Vt$ . Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента  $k$ . На рисунке 8 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента  $k$ .

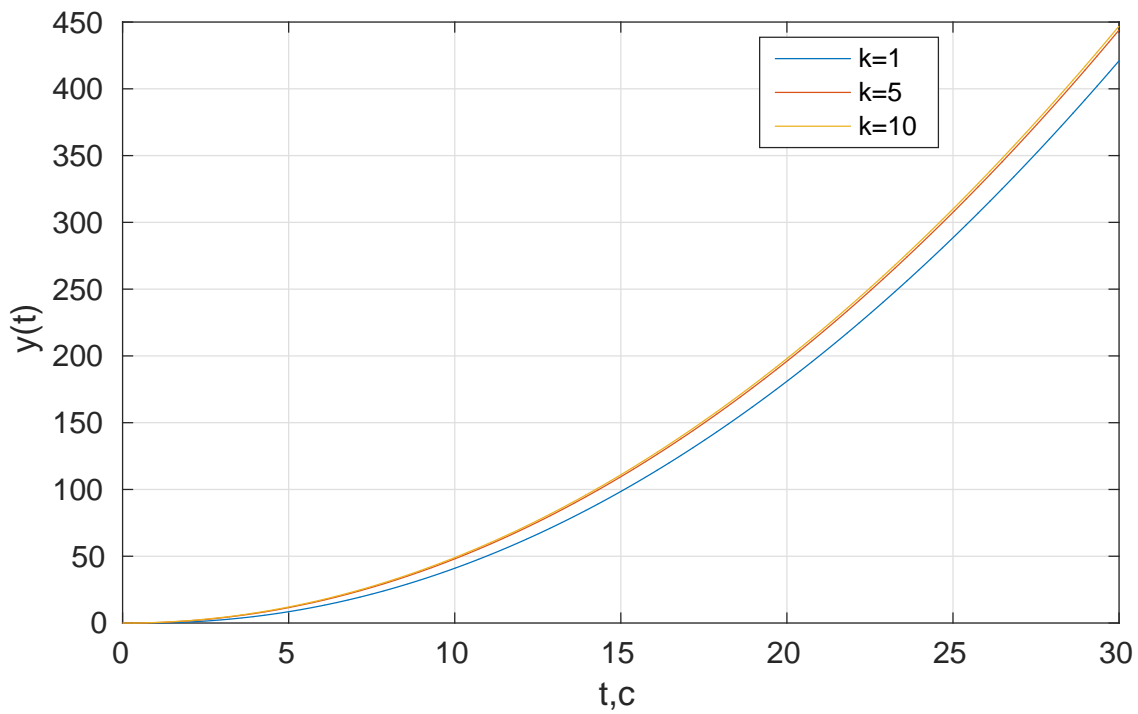


Рис. 9 – Графики переходного процесса для  $k=1$ ;  $k=5$ ;  $k=10$ .

Было получено предельное значение установившейся ошибки  $e$ .

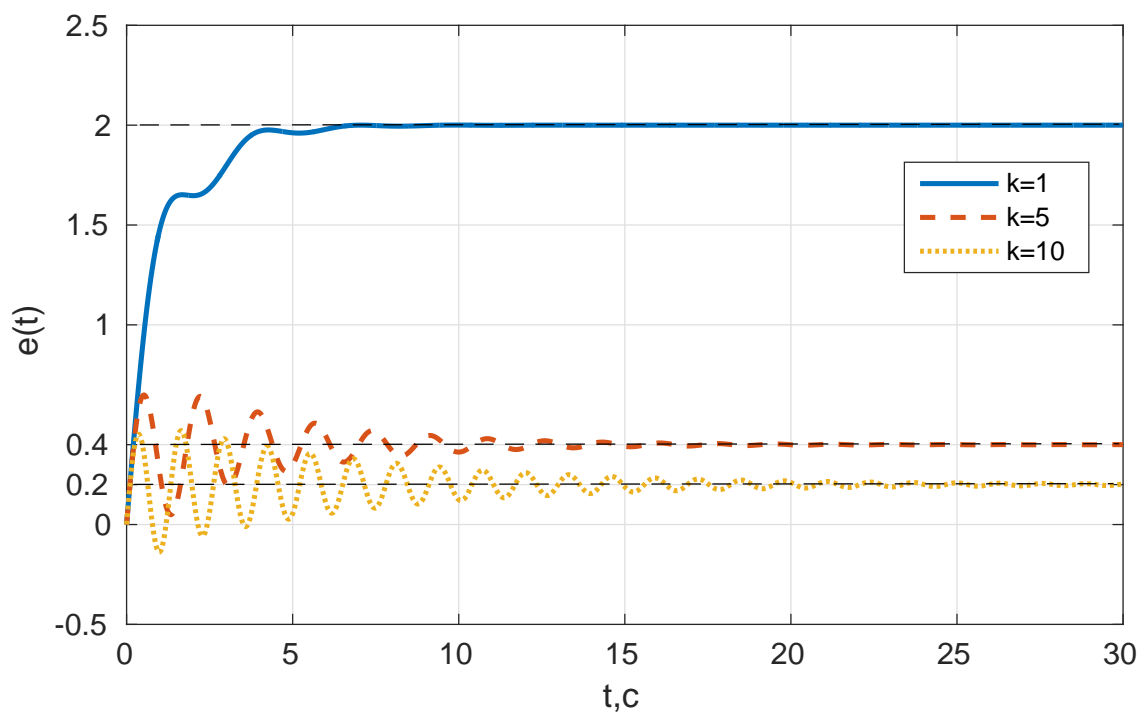


Рис. 10 – Графики, изображающие предельное значение установившейся ошибки.

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.

**Исследование режима движения с постоянным ускорением:**  $g(t) = at^2/2$ . Были получены переходные процессы для различных значений коэффициента  $k$ .

На рисунке 10 приведены графики переходных процессов для различных значений коэффициента  $k$ .

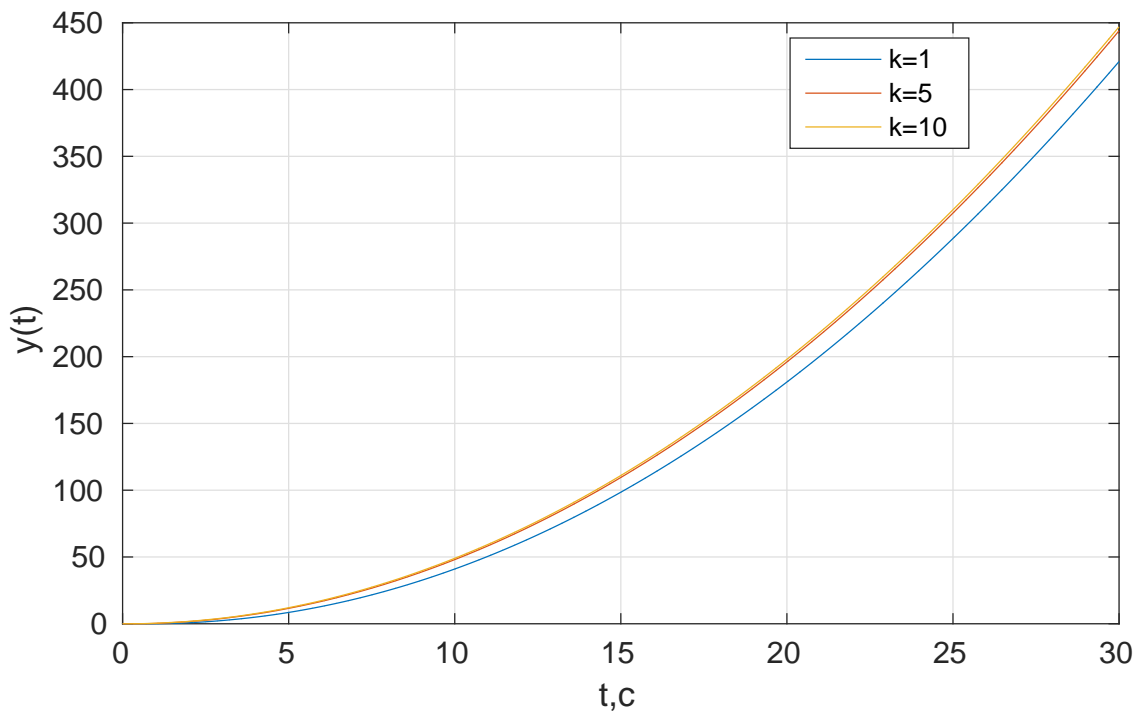


Рис. 11 – Графики переходного процесса для  $k=1$ ;  $k=5$ ;  $k=10$ .



### 3 Исследование влияния внешних возмущений.

Таблица 3 - Вариант возмущенной системы.

$f_1$	2
$f_2$	0.5

На рисунке 11 приведена схема моделирования возмущенной системы.

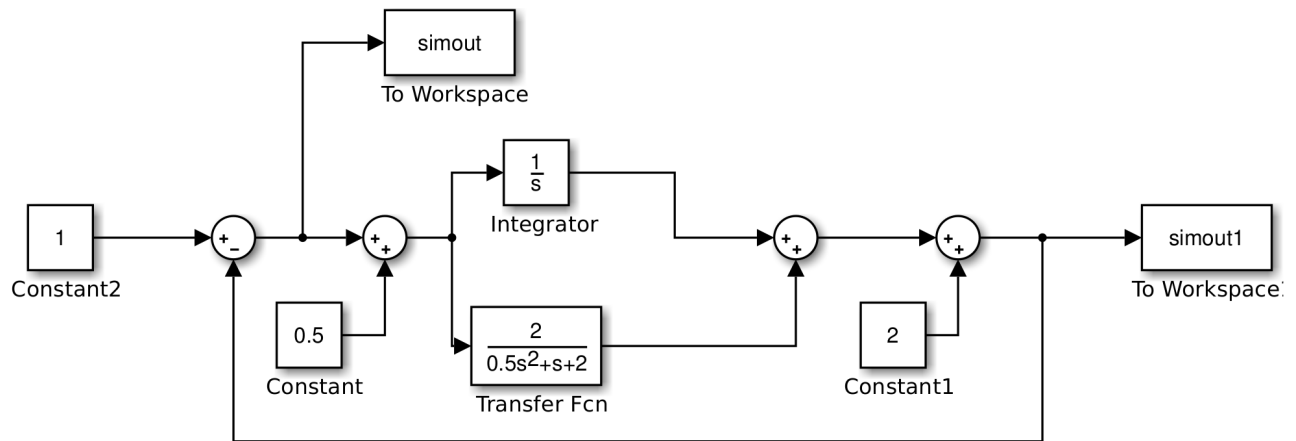


Рис. 12 – Схема моделирования возмущенной системы.

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

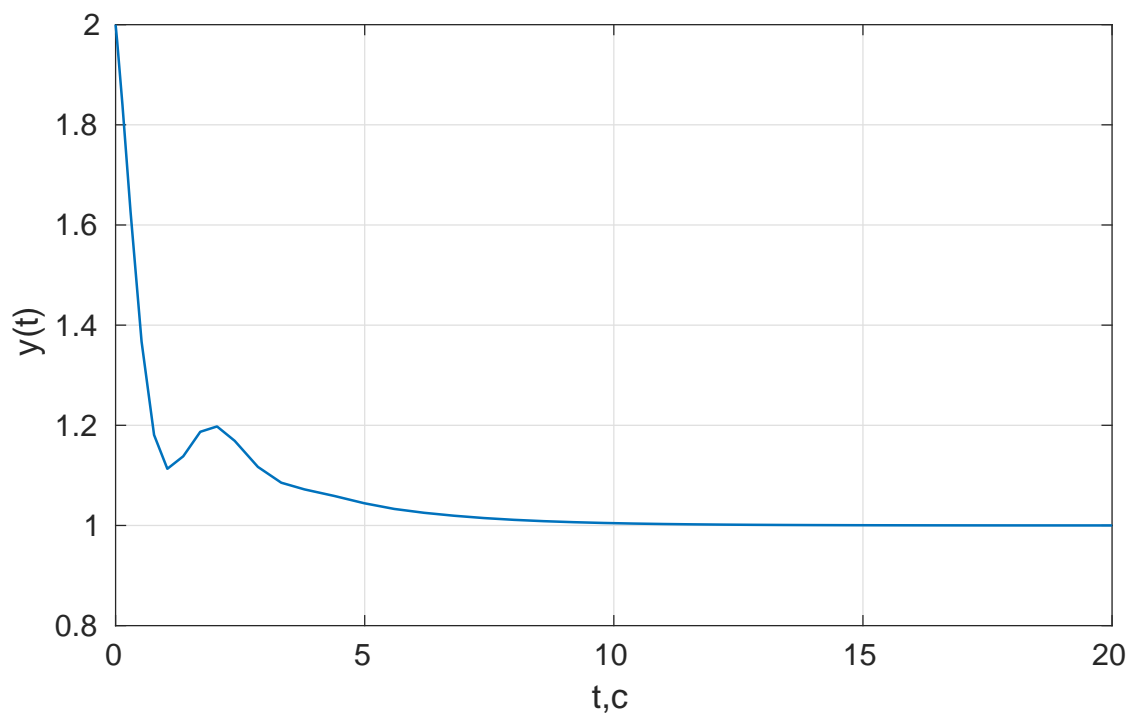


Рис. 13 – График переходного процесса.

Было получено предельное значение установившейся ошибки  $\epsilon$ .

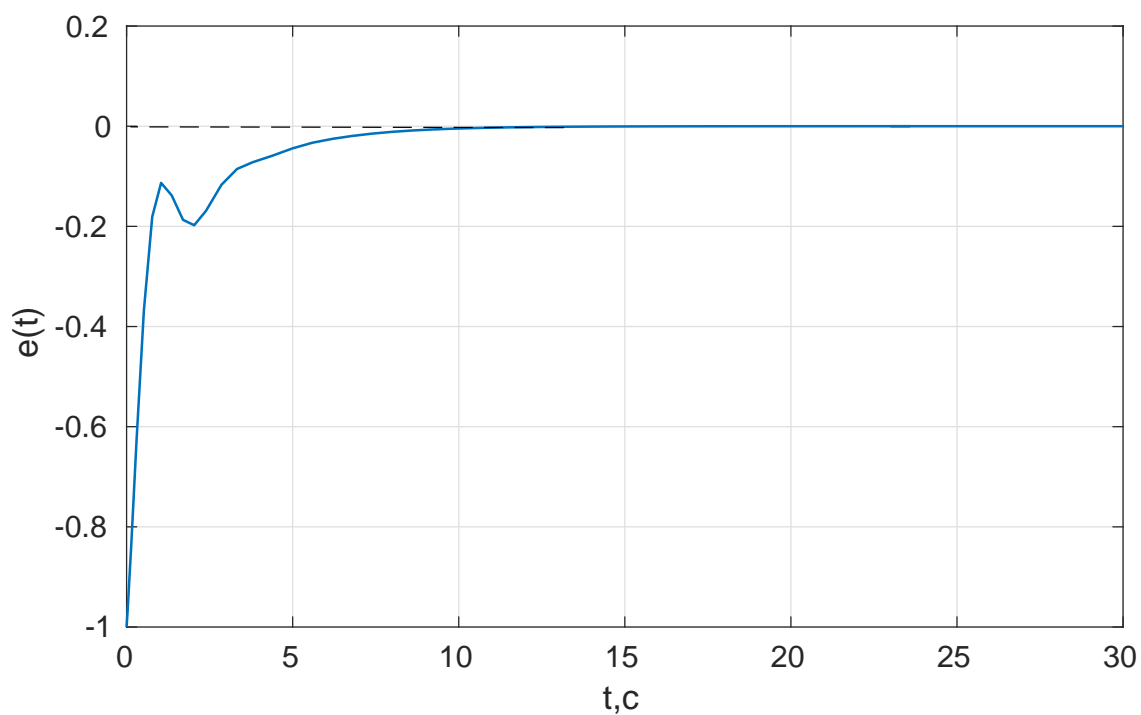


Рис. 14 – График, изображающий предельное значение установившейся ошибки.

Предельное значение установившейся ошибки  $e=0$ .

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

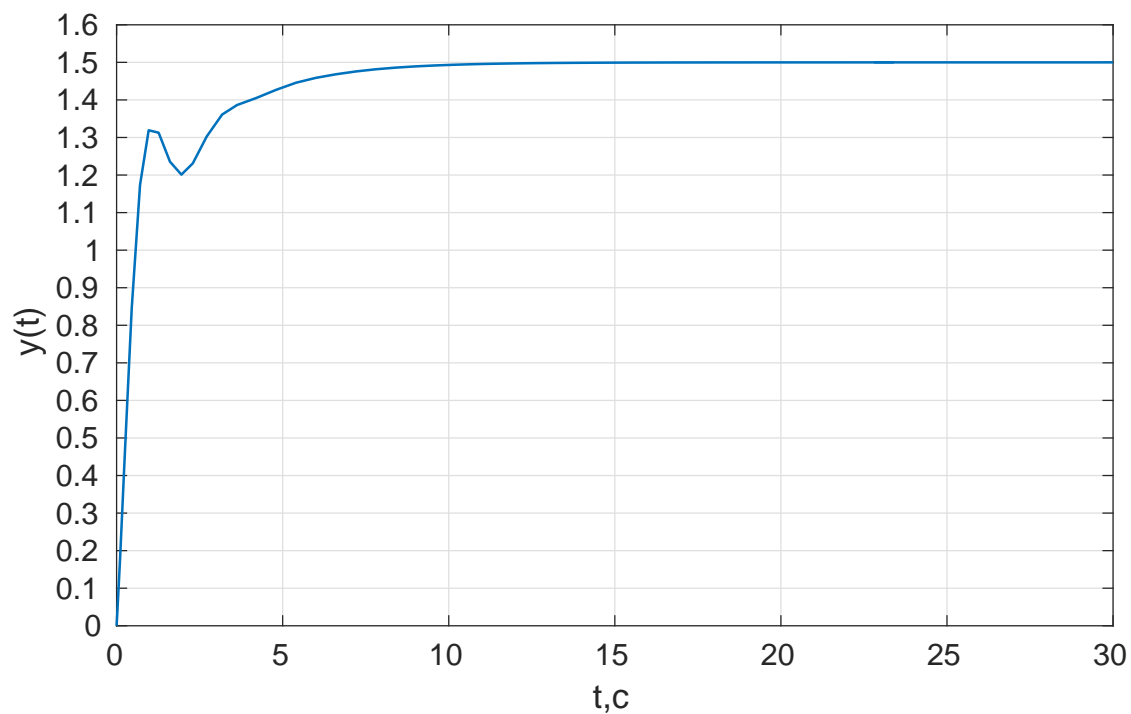


Рис. 15 – График переходного процесса.

Было получено предельное значение установившейся ошибки  $e$ .

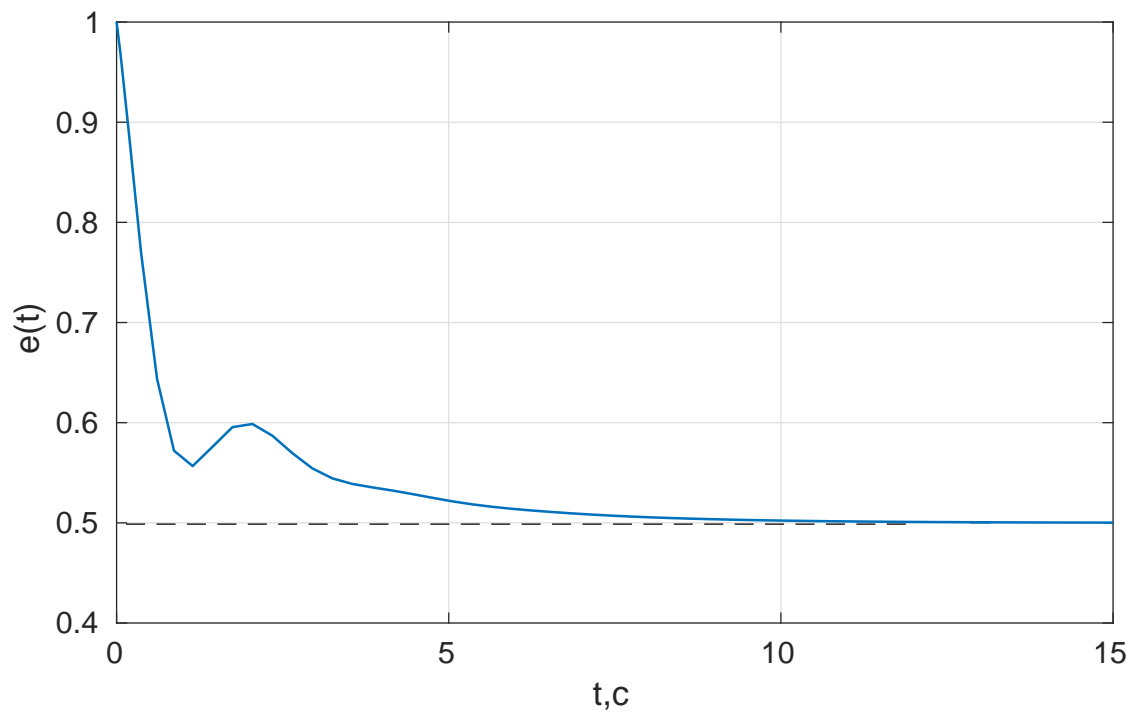


Рис. 16 – График, изображающий предельное значение установившейся ошибки.

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.

#### 4 Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии.

Таблица 3 - Вариант возмущенной системы.

Вариант	Сигнал задания
9	$2 + 0.1t^2$

Была собрана структурная схема данной системы:

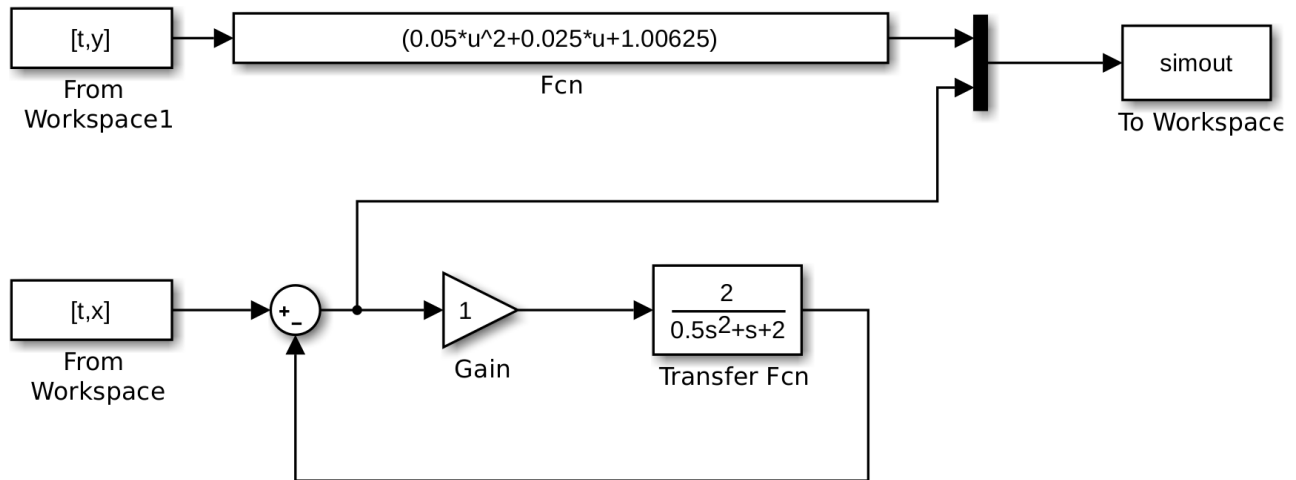


Рис. 17 – Структурная схема моделируемой системы.

Был получен переходный процесс в замкнутой системе:

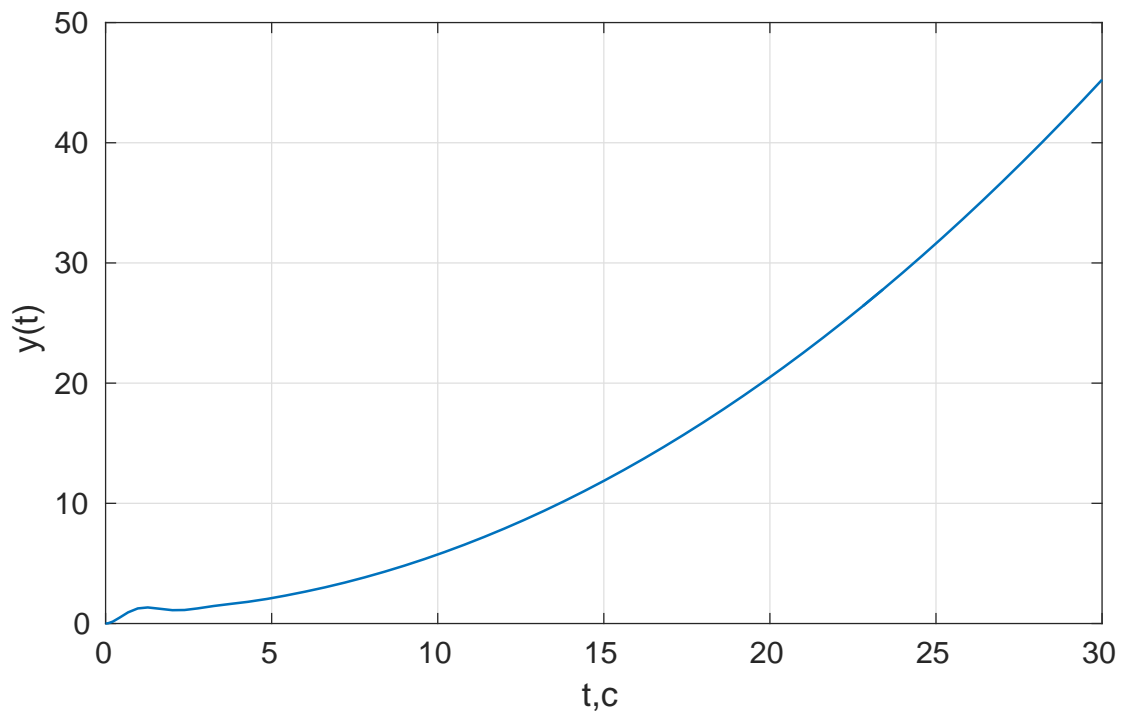


Рис. 18 – Переходной процесс в замкнутой системе.

На рисунке 19 представлен график, изображающий установившуюся ошибку слежения.

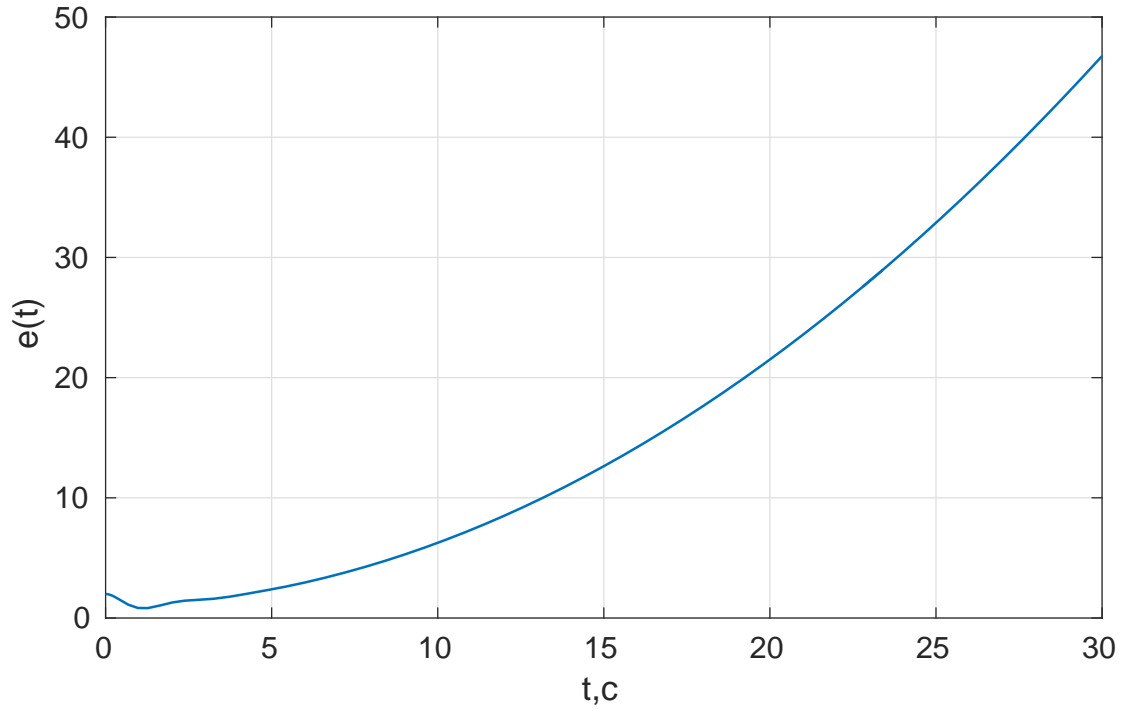


Рис. 19 – График, изображающий установившуюся ошибку слежения.

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 экспериментальной ошибки.

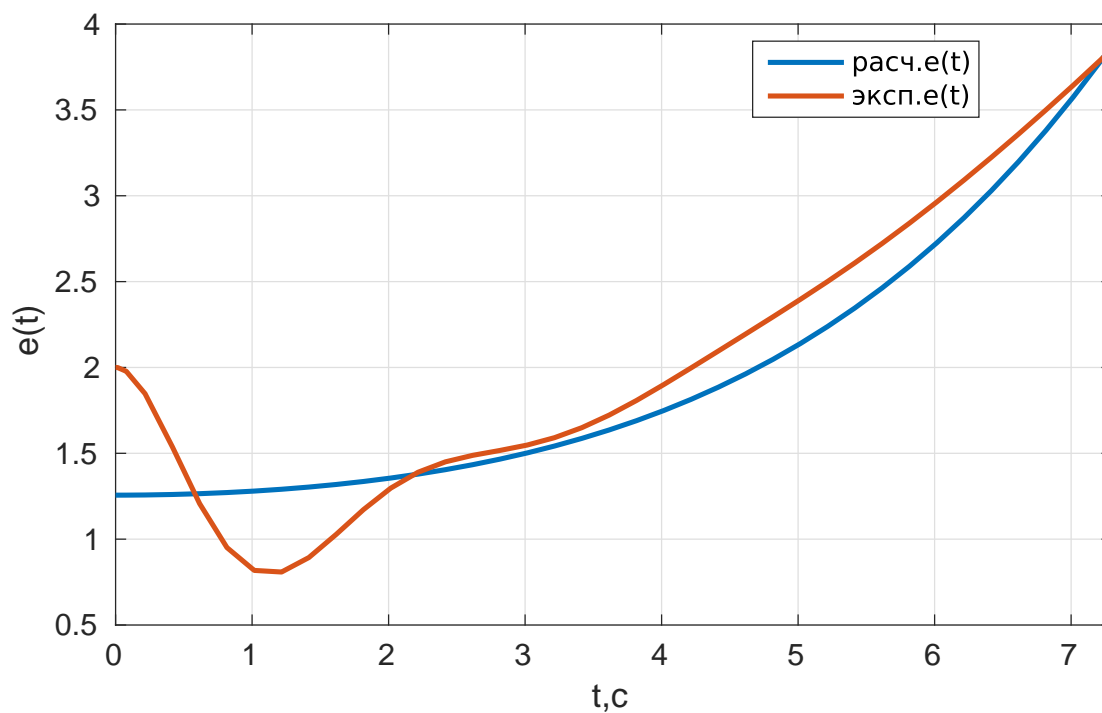


Рис. 20 – Графики ошибок.

## 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.