

Цель работы: Исследование точностных свойств систем управления.

Исходные данные. В таблице 1 приведены передаточная функция ОУ, характеристики задающих и возмущающих воздействий.

Таблица 1 – Исходные данные

$W_0(s)$	$W_1(s)$	$g = A$	$g = Vt$	$g = at^2/2$	f_1	f_2	Сигнал задания
$\frac{2}{0,5s^2 + 2s + 1}$	$\frac{s + 2}{0,5s^2 + 2s + 1}$	2	t	$0.2t^2$	-0.5	-0.5	$2 + 0.5t$

1 Исследование системы с астатизмом нулевого порядка

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

На рисунке 2 представлена структурная схема системы при входном воздействии $g = 2$, представлены графики переходных процессов (рисунок 3) и переходные характеристики ошибок (рисунок 4) при различных значениях k .

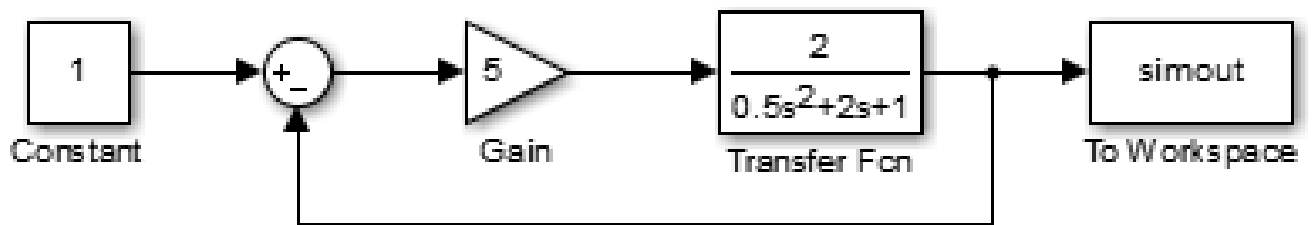


Рисунок 1 – Структурная схема системы с астатизмом нулевого порядка

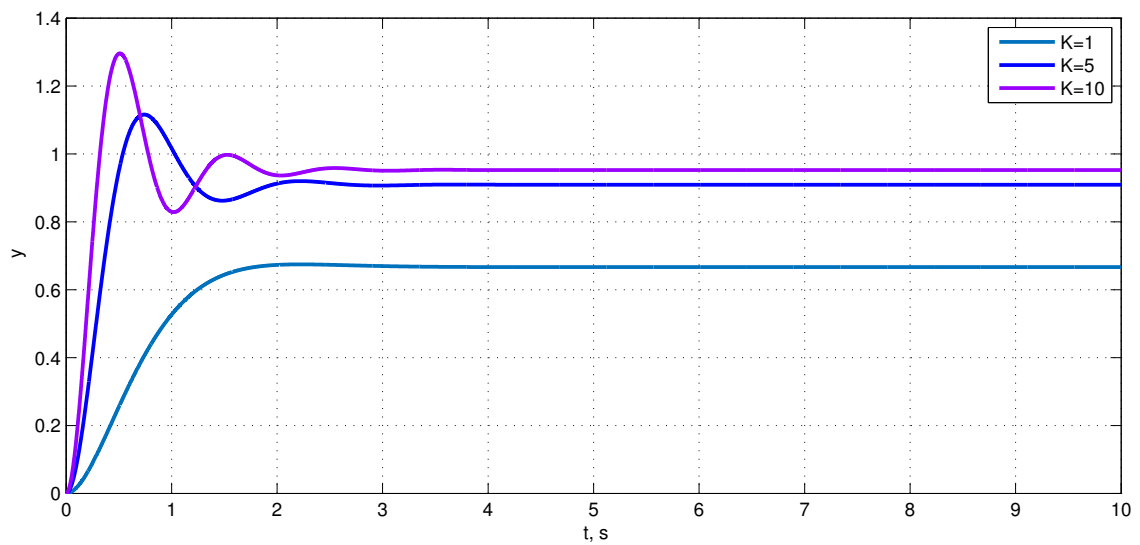


Рисунок 2 – Переходные характеристики системы для стационарного режима работы

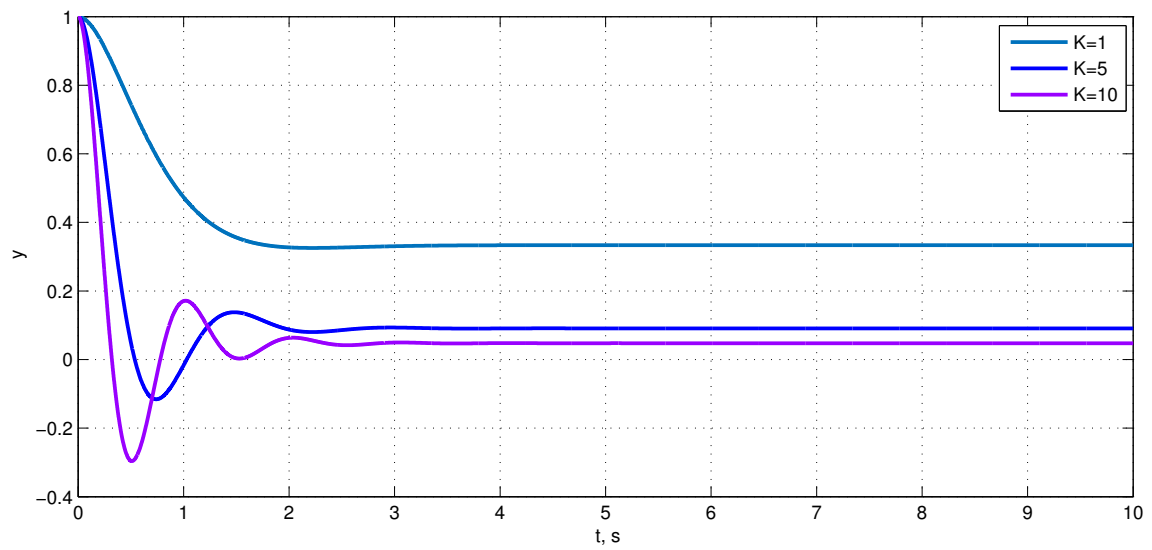


Рисунок 3 – Переходные характеристики для ошибки

С помощью расчета проверим получившееся на графике значения установившейся ошибки:

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

при $k = 1$: $\varepsilon = \frac{A}{1+k} = \frac{2}{2} = 0,5$;

при $k = 5$: $\varepsilon = \frac{1}{6} = 0,16$;

при $k = 10$: $\varepsilon = \frac{1}{11} = 0,09$;

1.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью:

$$g(t) = Vt$$

На рисунке 5 представлена переходная характеристика системы при входном воздействии $g = 2t$.

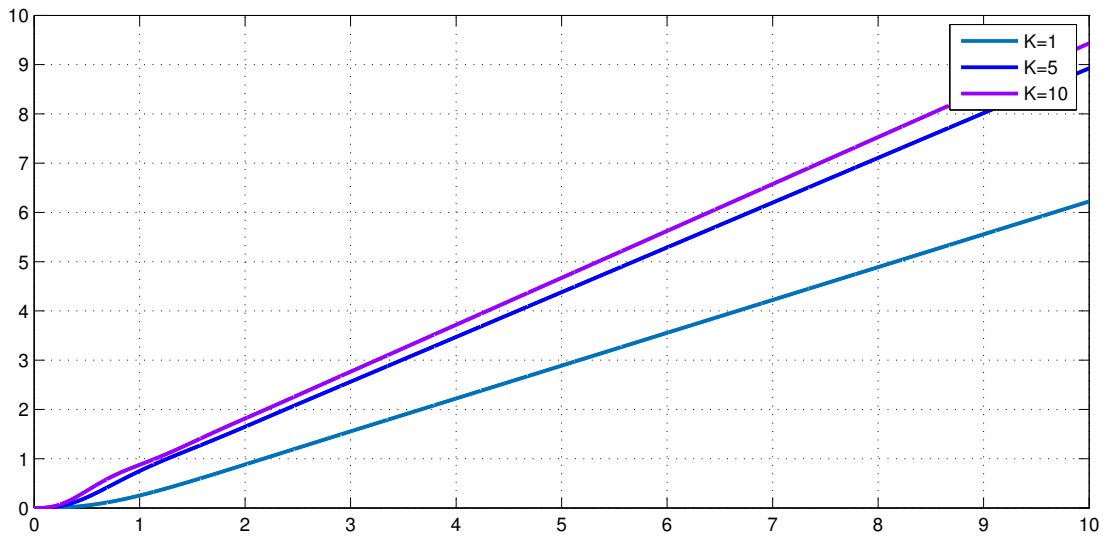


Рисунок 4 – Переходные характеристики системы для движения с постоянной скоростью

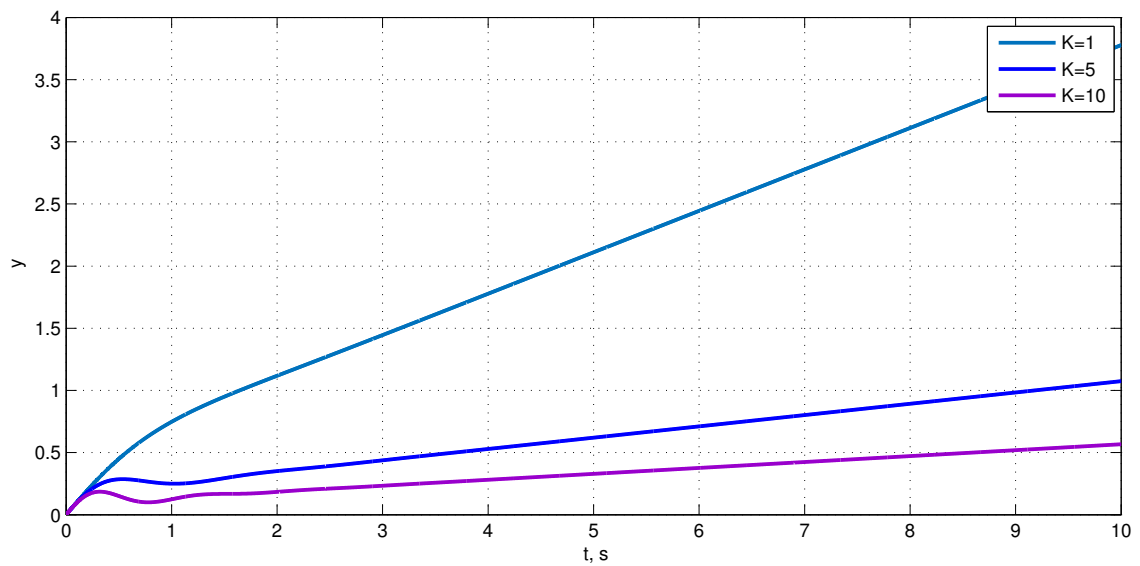


Рисунок 5 – Переходные характеристики для ошибки движения с постоянной скоростью

Для статической системы при линейно нарастающем входном воздействии $g(t) = Vt$ имеем:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{1}{1 + H(s)W(s)} G(s) = \infty. \quad (2)$$

2 Исследование системы с астатизмом первого порядка

Структурная схема моделируемой системы представлена на рисунке 1, где $H(s) = \frac{k}{s}$,
 $W(s) = \frac{s+2}{0,5s^2+2s+1}$.

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

На рисунке 6 представлена структурная схема системы при входном воздействии $g = 1$, представлены графики переходных процессов (рисунок 7) и переходные характеристики ошибок (рисунок 8) при различных значениях k .

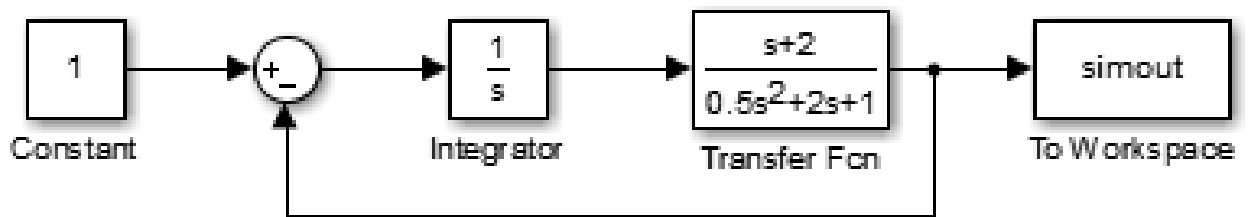


Рисунок 6 – Структурная схема системы с астатизмом моделируемой системы

Для статической системы при постоянном входном воздействии $g(t) = 1$ имеем:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{1}{1 + H(s)W(s)} G(s) = 0. \quad (3)$$

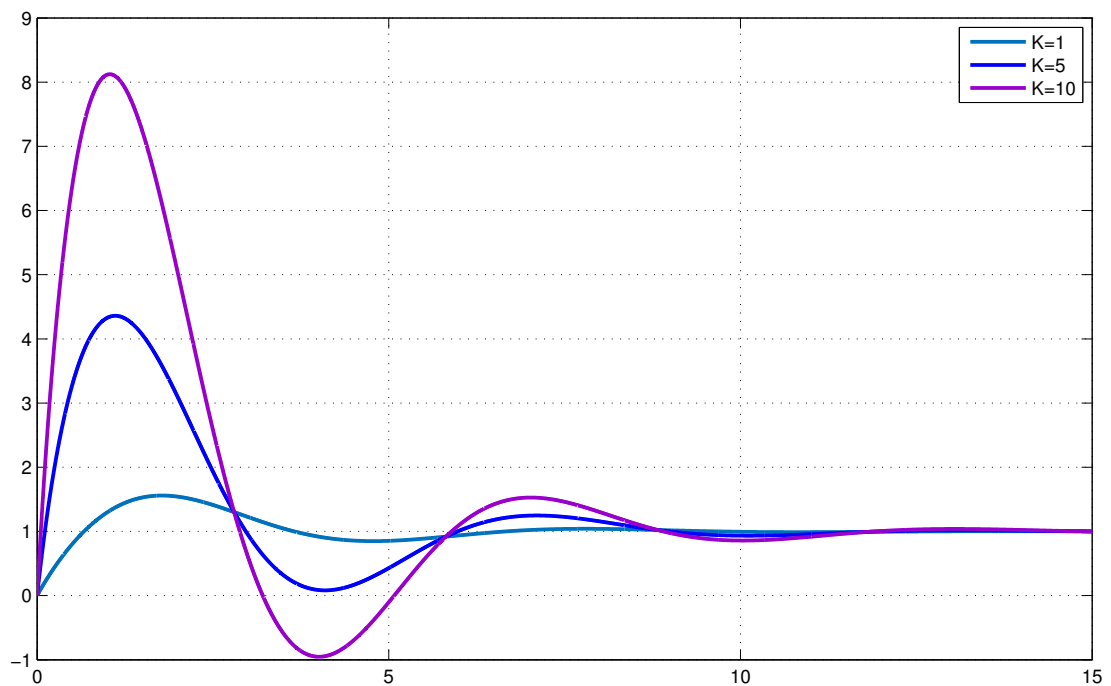


Рисунок 7 – Переходные характеристики системы для стационарного режима работы

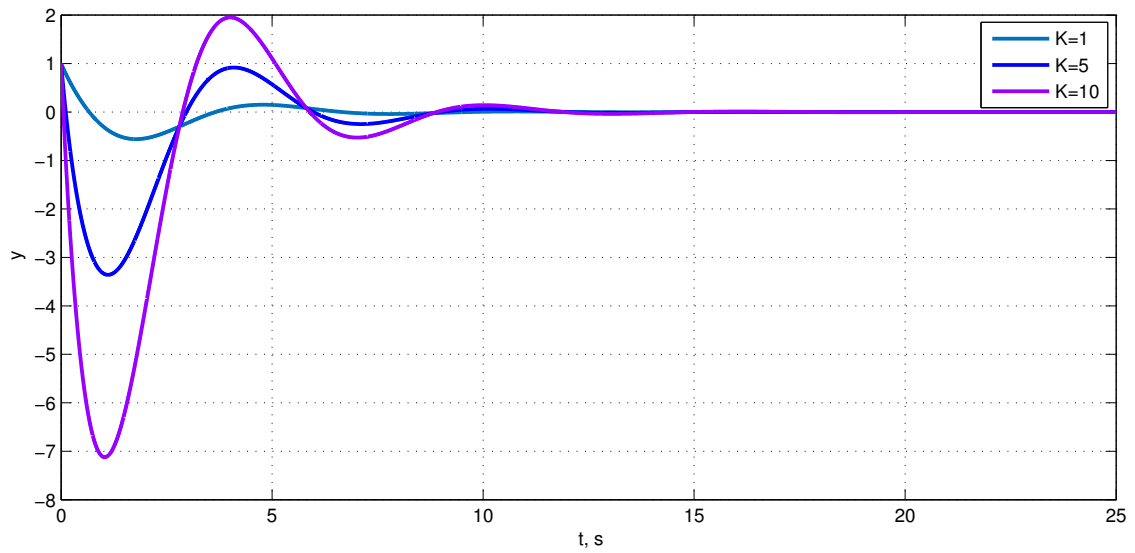


Рисунок 8 – Переходные характеристики для ошибки

2.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью:

$$g(t) = Vt$$

На рисунке 9 представлена переходная характеристика системы при входном воздействии $g = 2t$, на рисунке 10 - переходные характеристики для ошибки.

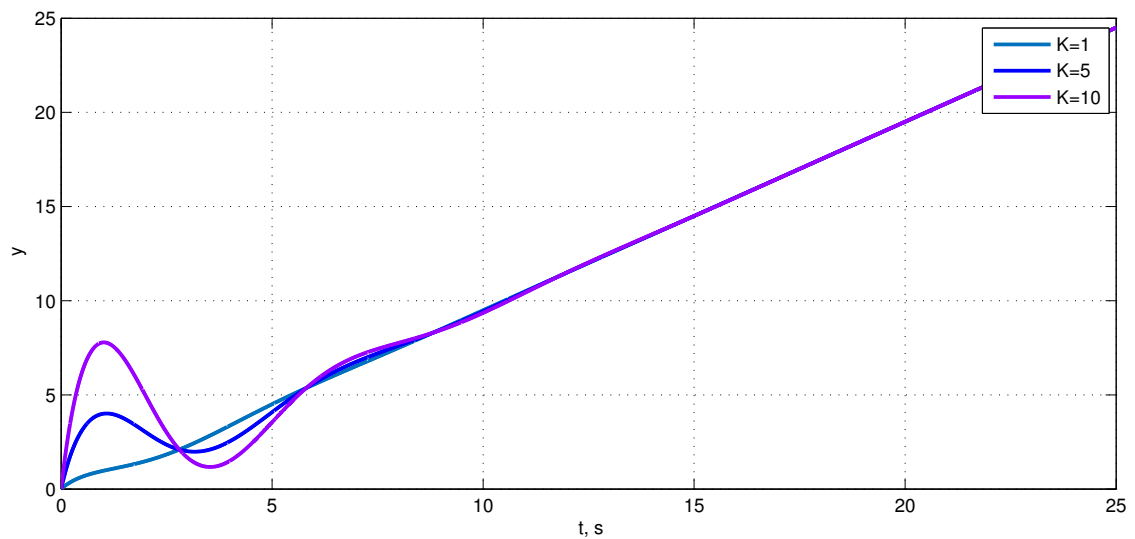


Рисунок 9 – Переходные характеристики системы для движения с постоянной скоростью

При линейно нарастающем воздействии $g(t) = Vt$ предельное значение установившейся ошибки будет равно:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{1}{1 + W(s)} * \frac{V}{s^2} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s}{s + k} \frac{V}{s} = \frac{V}{k}. \quad (4)$$

Тогда при $k = 1$: $\varepsilon = \frac{1}{2} = 0.5$;

при $k = 5$: $\varepsilon = \frac{1}{6} = 0.16$;

при $k = 10$: $\varepsilon = \frac{1}{11} = 0.09$

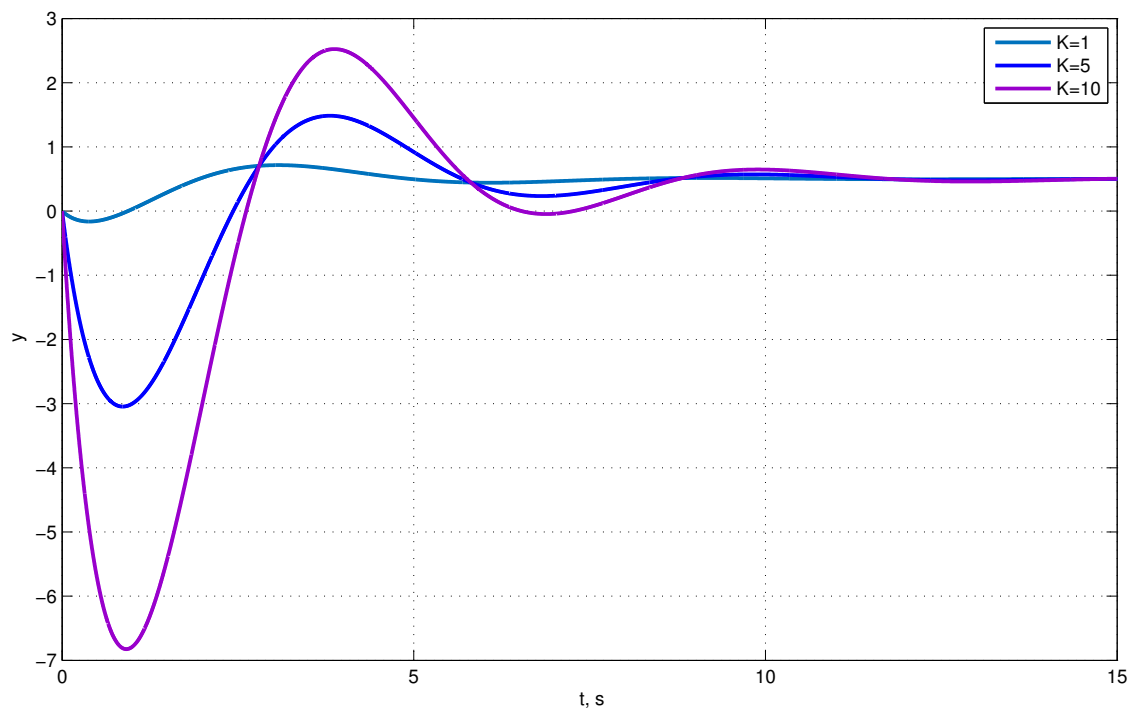


Рисунок 10 – Переходные характеристики для ошибки

2.3 Исследование режима движения с постоянным ускорением:

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

На рисунке 11 представлена переходная характеристика системы при входном воздействии $g = 0.2t^2$ и ошибка на рисунке 12.

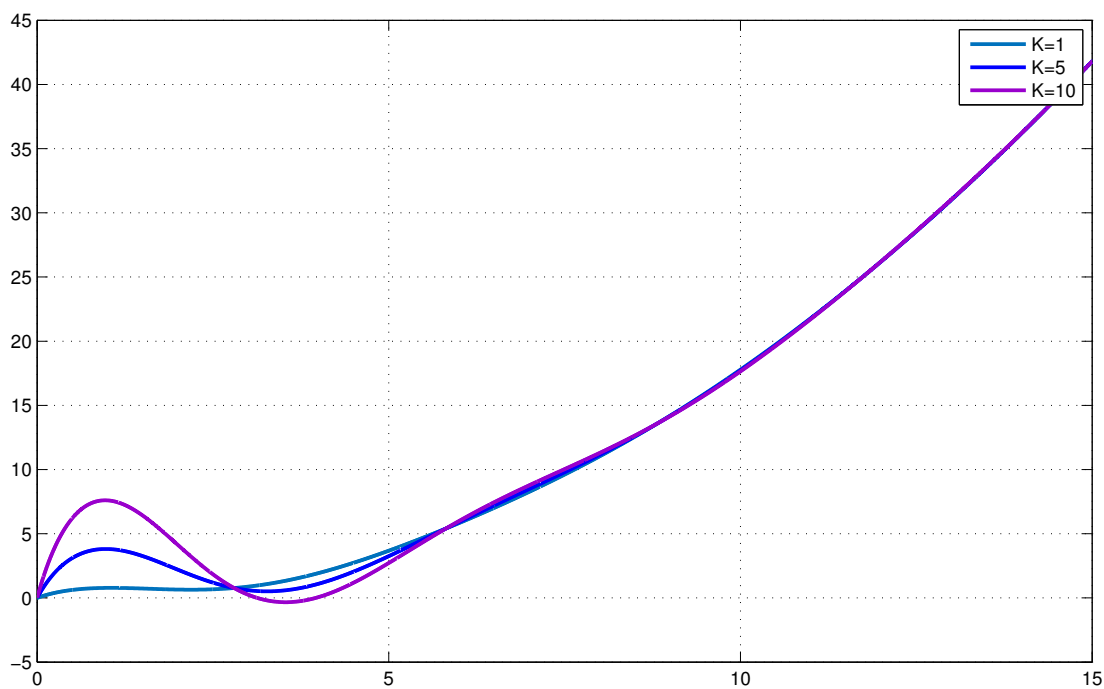


Рисунок 11 – Переходные характеристики системы для движения с постоянным ускорением

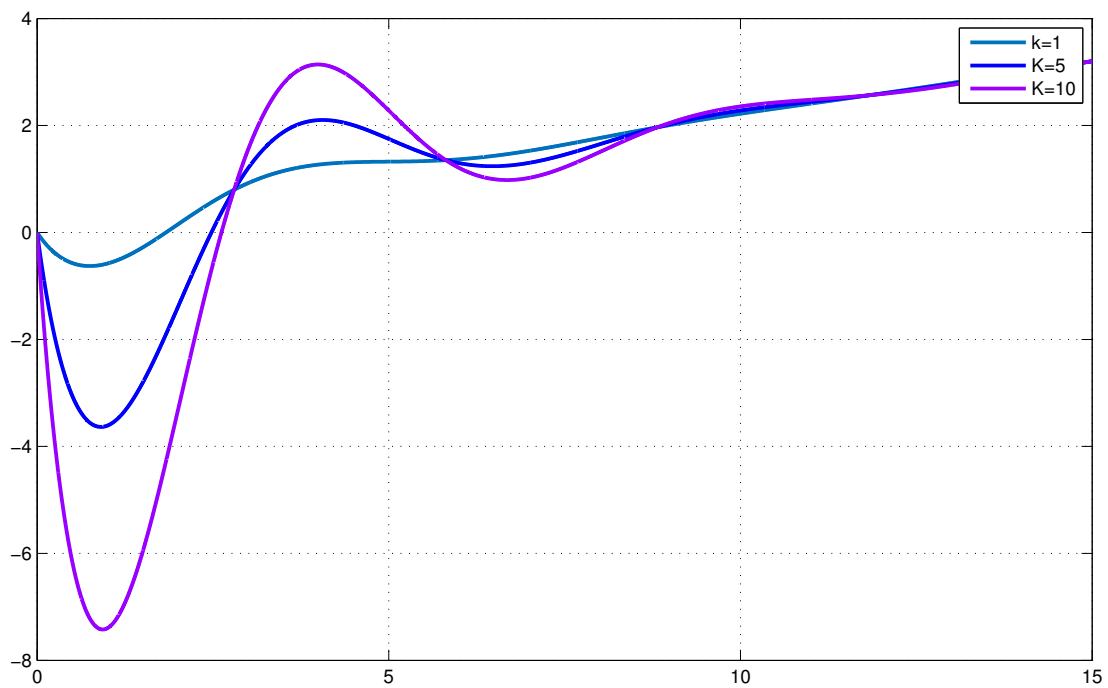


Рисунок 12 – Переходные характеристики для ошибки при входном воздействии $g = 0.2t^2$

3 Исследование влияния внешних возмущений

Структурная схема возмущённой системы при входном воздействии $g = 2+0.5t$ представлена на рисунке 13, также представлены графики переходных процессов (рисунок 14) и переходные характеристики ошибок (рисунок 15) при различных значениях k .

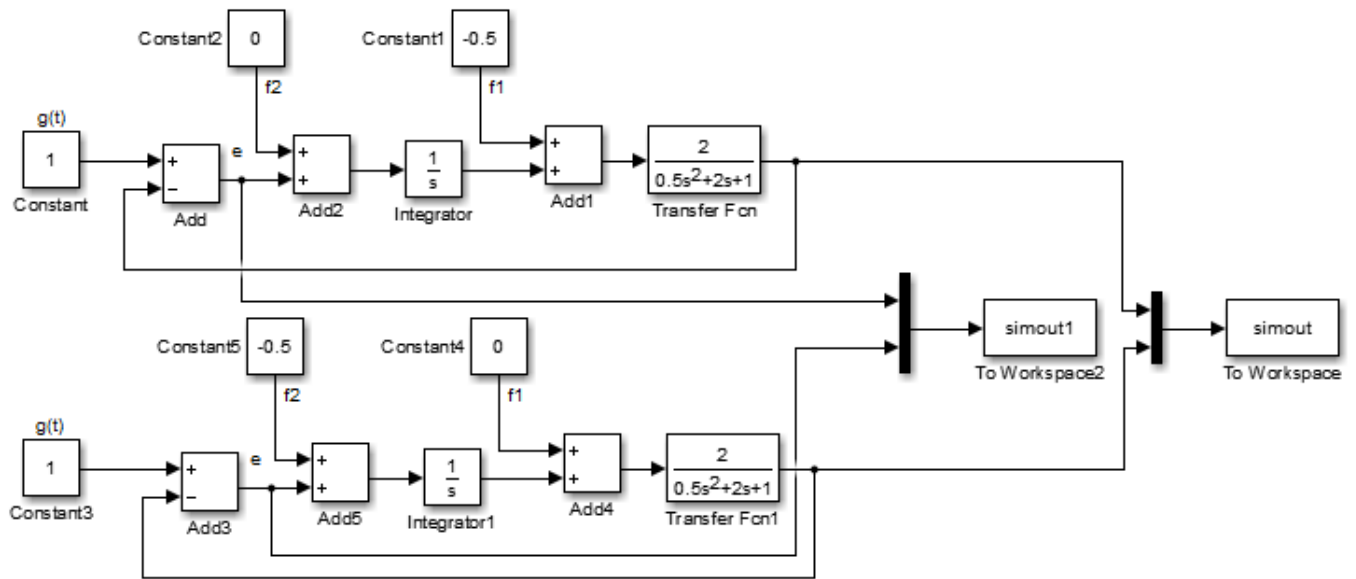


Рисунок 13 – Структурная схема системы при влиянии внешних возмущений

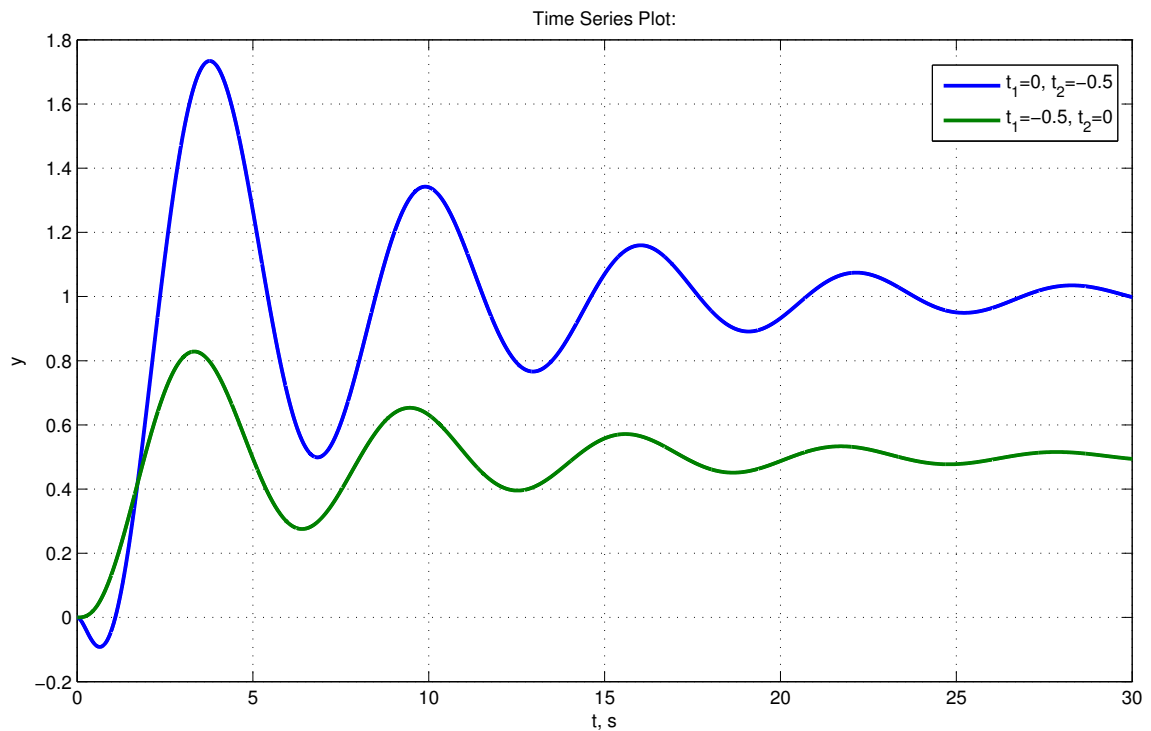


Рисунок 14 – Переходные характеристики системы при влиянии внешних возмущений

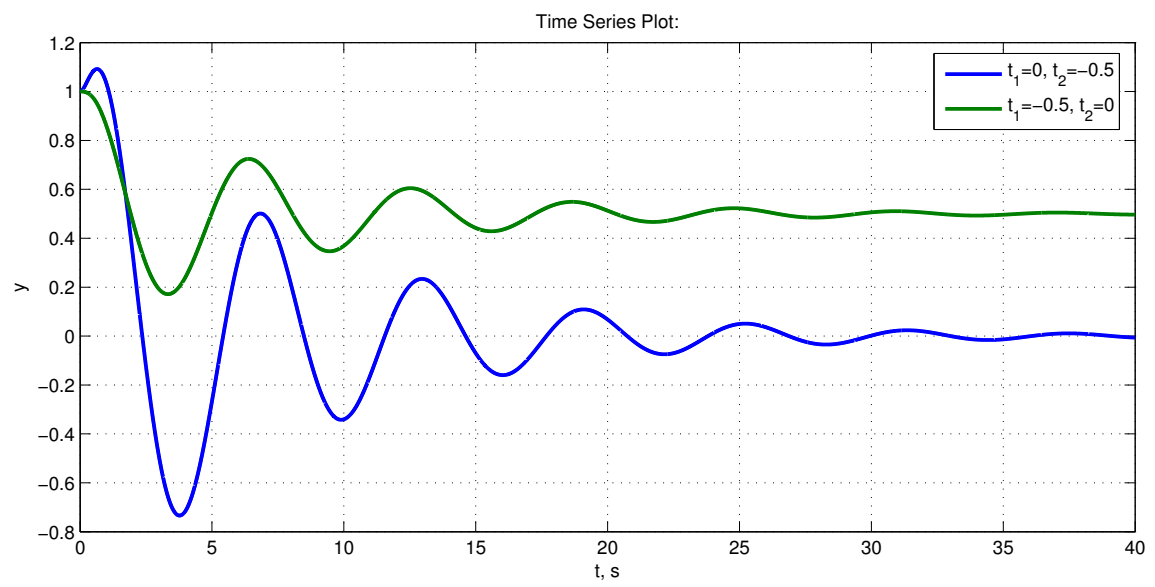


Рисунок 15 – Переходные характеристики для ошибки

4 Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии

Структурная схема представлена на рисунке 1, где $H(s) = 1$, $W(s) = \frac{2}{0,5s^2 + 2s + 1}$, а задающее воздействие $g(t) = 2 + 0.5t$. В ходе моделирования заданной системы (рисунок 15) был получен график переходного процесса, представленный на рисунке 16. Из него видно, что предельное значение ошибки стремится к ∞ . Схема моделирования системы представлена на рисунке 13.

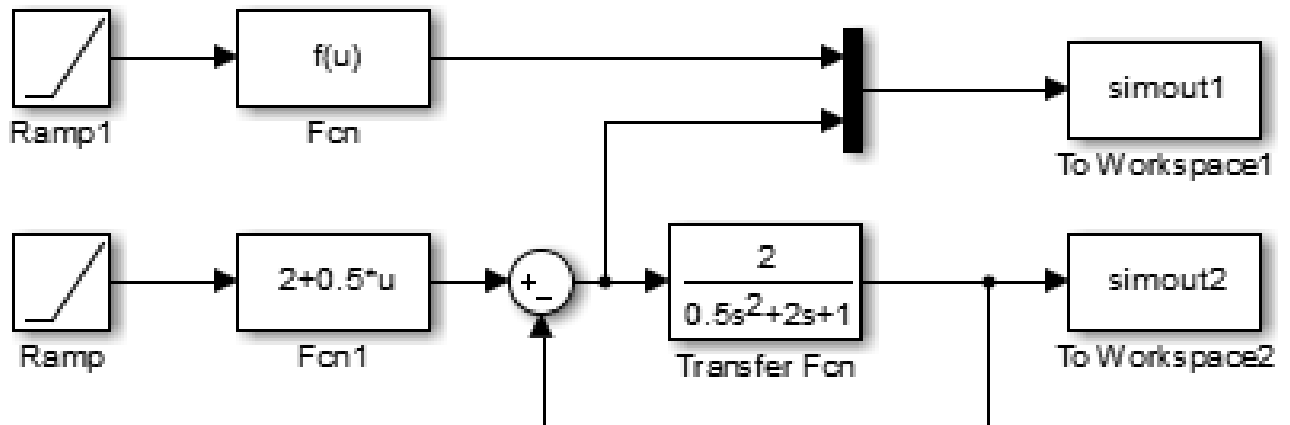


Рисунок 16 – Структурная схема системы при произвольном входном воздействии

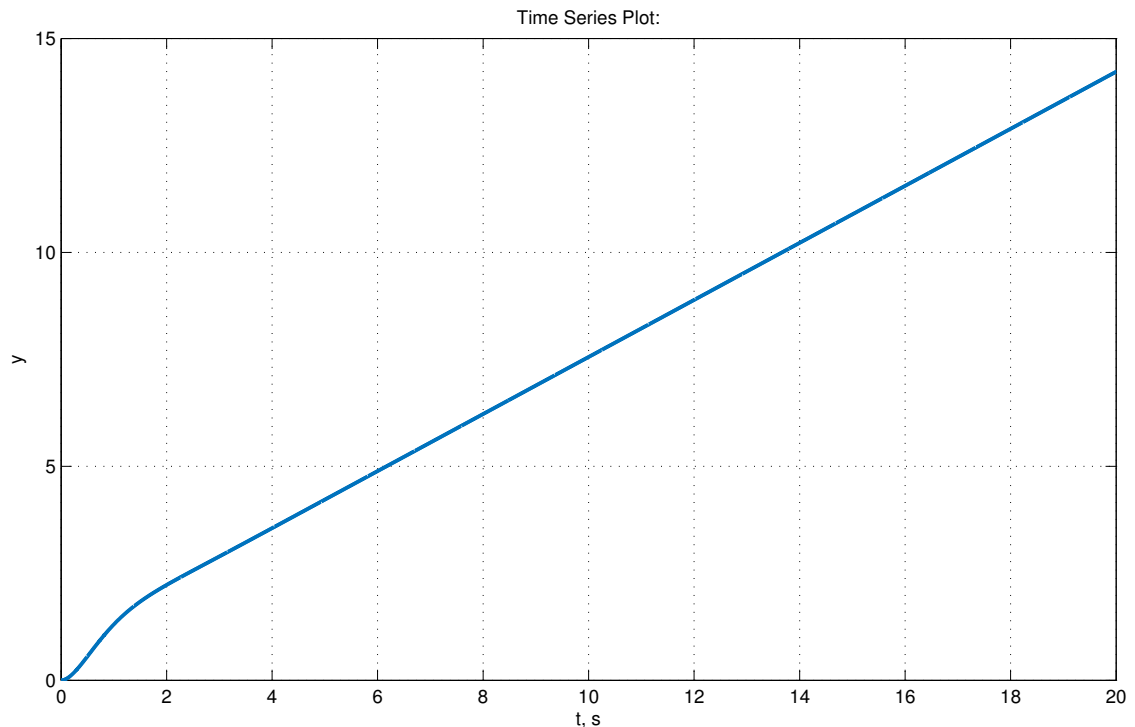


Рисунок 17 – Переходной процесс в замкнутой системе при произвольном входном воздействии

Получим приближенное аналитическое выражение для установившейся ошибки слежения путём разложения в ряд Тейлора передаточную функцию замкнутой системы по ошибке сле-

жения. Передаточная функция замкнутой системы по ошибке слежения выглядит так:

$$\Phi_e(s) = \frac{1}{1 + W(s)} = \frac{0.5s^2 + 2s + 1}{0.5s^2 + 2s + 3}. \quad (5)$$

При произвольном входном воздействии выражение установившейся ошибки будет выглядеть следующим образом:

$$e_y(t) = \Phi_e(s)|_{s=0}g(t) + \left. \frac{d\Phi_e(s)}{ds} \right|_{s=0} \dot{g}(t) + \left. \frac{d^2\Phi_e(s)}{ds^2} \right|_{s=0} \frac{\ddot{g}(t)}{2!}. \quad (6)$$

Найдём производные $g(t)$ и $\Phi_e(s)$:

$$g(t) = 2 + 0.5t \quad \Phi_e(s)|_{s=0} = \frac{0.5s^2 + 2s + 1}{0.5s^2 + 2s + 3} = 13 = 0.33 \quad \dot{g}(t) = 1 \quad \left. \frac{d\Phi_e(s)}{ds} \right|_{s=0} = \frac{8s + 16}{(0.5s^2 + 2s + 3)^2} = 0.44 \quad \ddot{g}(t) = 0 \quad (7)$$

Тогда получаем выражение ошибки $e_y(t)$:

$$e_y(t) = 0.33(2 + 0.5t) + 0.44 * 0.5 + 0 = 0.165t + 0.88. \quad (8)$$

Убедимся, что графики расчетной и экспериментально определённой установившейся ошибки слежения совпадают для этого построим их на одном графике, представленном на рисунке 17.

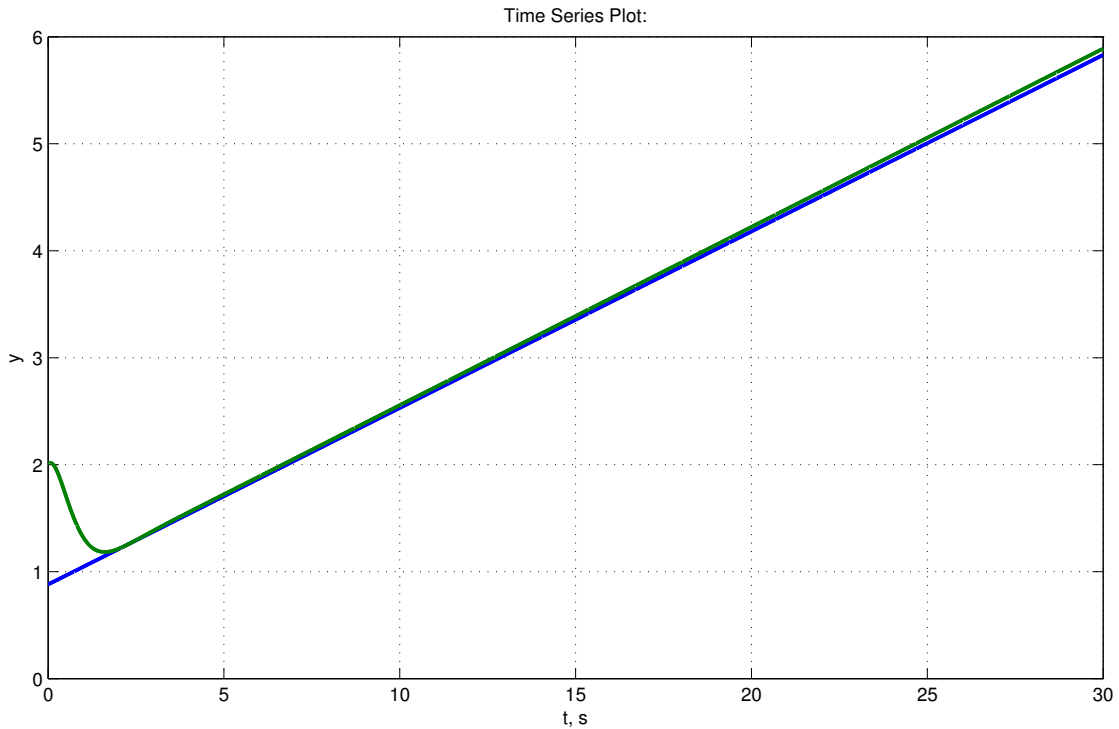


Рисунок 18 – Графики ошибок

5 Вывод

В ходе лабораторной работы были исследованы системы с разным порядком астатизма, при разных условиях: при влиянии внешних возмущений и при произвольном и заданном входном воздействии. Были построены переходные характеристики для всех случаев и найдены значения установившихся ошибок. Данные исследования позволяют сделать вывод о том что, установившееся значение ошибки можно изменить путём увеличения или уменьшения общего коэффициента усиления разомкнутой системы, а также путём снижения или повышения порядка астатизма.