

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 - 1

Выполнил _____ (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

Исследование свойств систем управления.

Исходные данные

Таблица 1 – Исходные данные.

$W(s)$	$g = A$	$g = Vt$	$g = at^2/2$	Вариант схемы	f_1	f_2	Сигнал задания
$\frac{2}{3s+1}$	1	$0.5t$	$0.25t^2$	а)	1	-0.5	$2 + 3 \sin(0.5t)$

1 Исследование системы с астатизмом нулевого порядка

1.1 Исследование стационарного режима работы: $g(t) = 1$

На рисунке 1 представлена схема моделирования. На рисунке 2 и 3 - графики переходных процессов и ошибки соответственно, при различных $H(s) = K$.

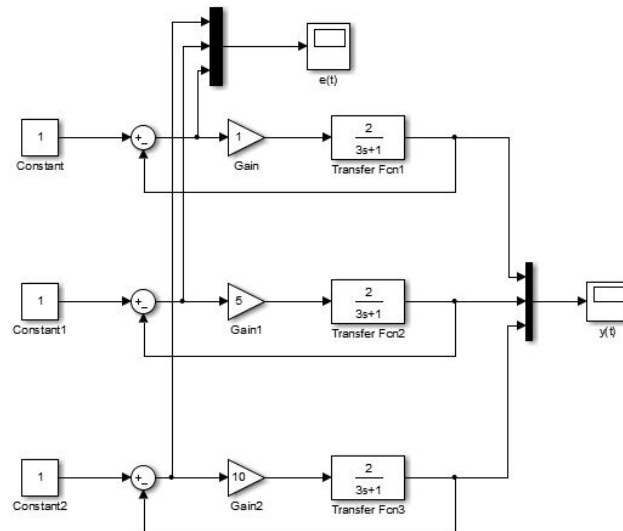


Рисунок 1 – Схема моделирования системы с астатизмом нулевого порядка

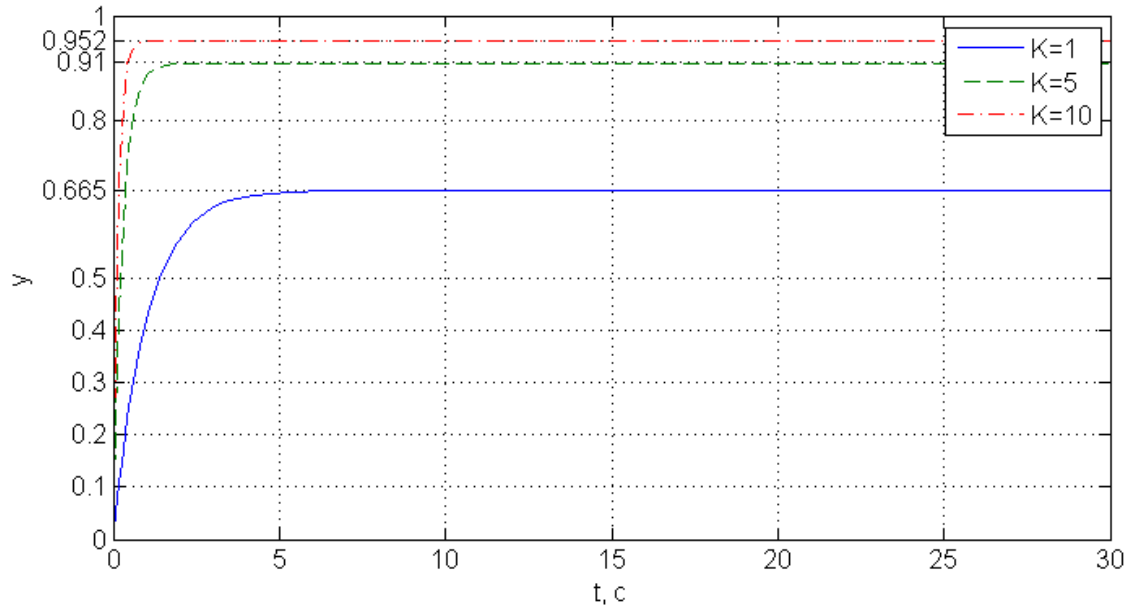


Рисунок 2 – Графики переходных процессов в стационарном режиме работы при различных K

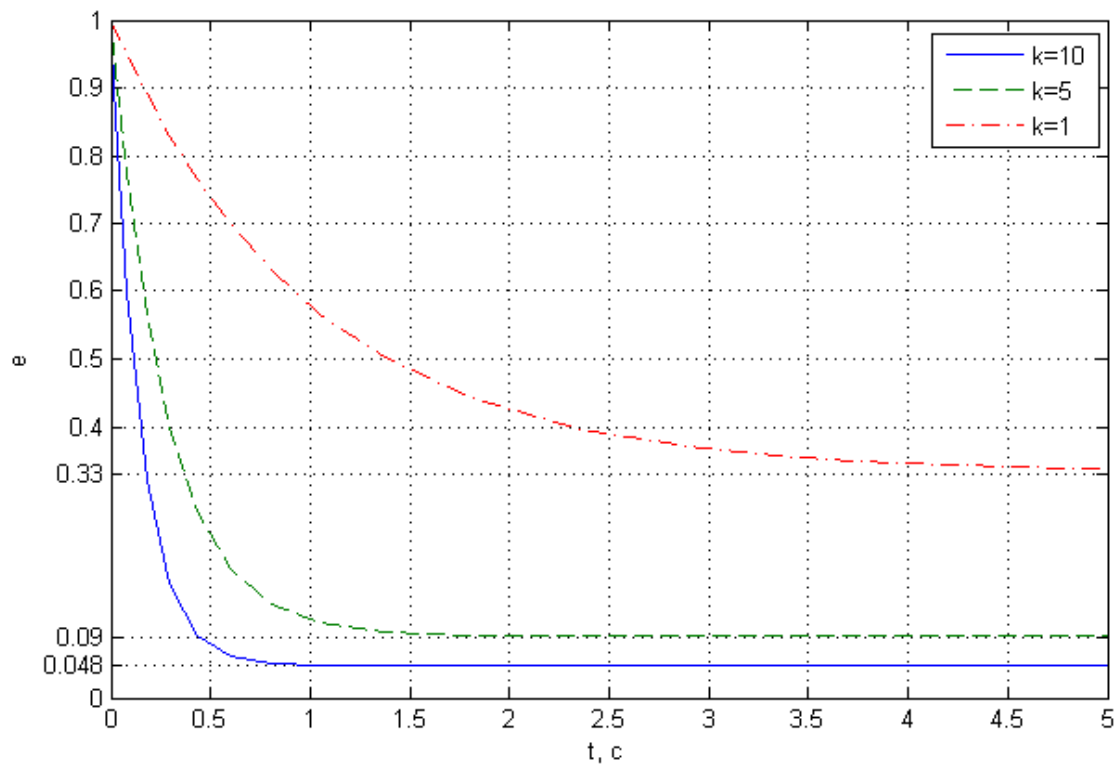


Рисунок 3 – Графики ошибки в системе в стационарном режиме при различных K

Аналитический расчет установившихся значений ошибки:

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

$$\varepsilon = \frac{A}{1+k} = \frac{1}{1+2} = 0.33 (K = 1) \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{A}{1+k} = \frac{1}{1+10} = 0.091 (K = 5) \quad (3)$$

$$\varepsilon = \frac{A}{1+k} = \frac{1}{1+20} = 0.048 (K = 10) \quad (4)$$

1.2 Исследование режима работы с постоянной скоростью: $g(t) = 0.5t$

На рисунке 4 представлена схема моделирования. На рисунке 5 представлен график переходного процесса при различных K. На рисунке 6 - график ошибки при различных значениях K.

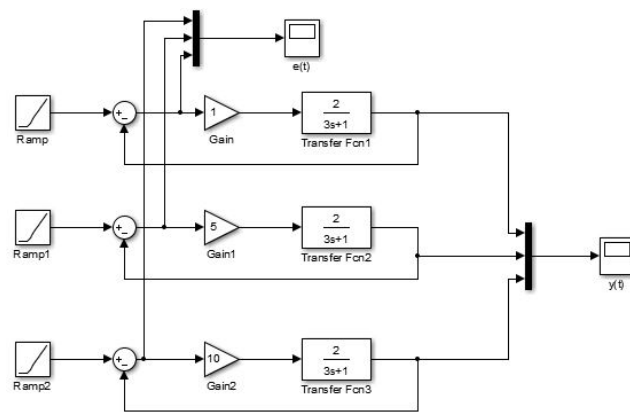


Рисунок 4 – Схема моделирования системы с астатизмом нулевого порядка

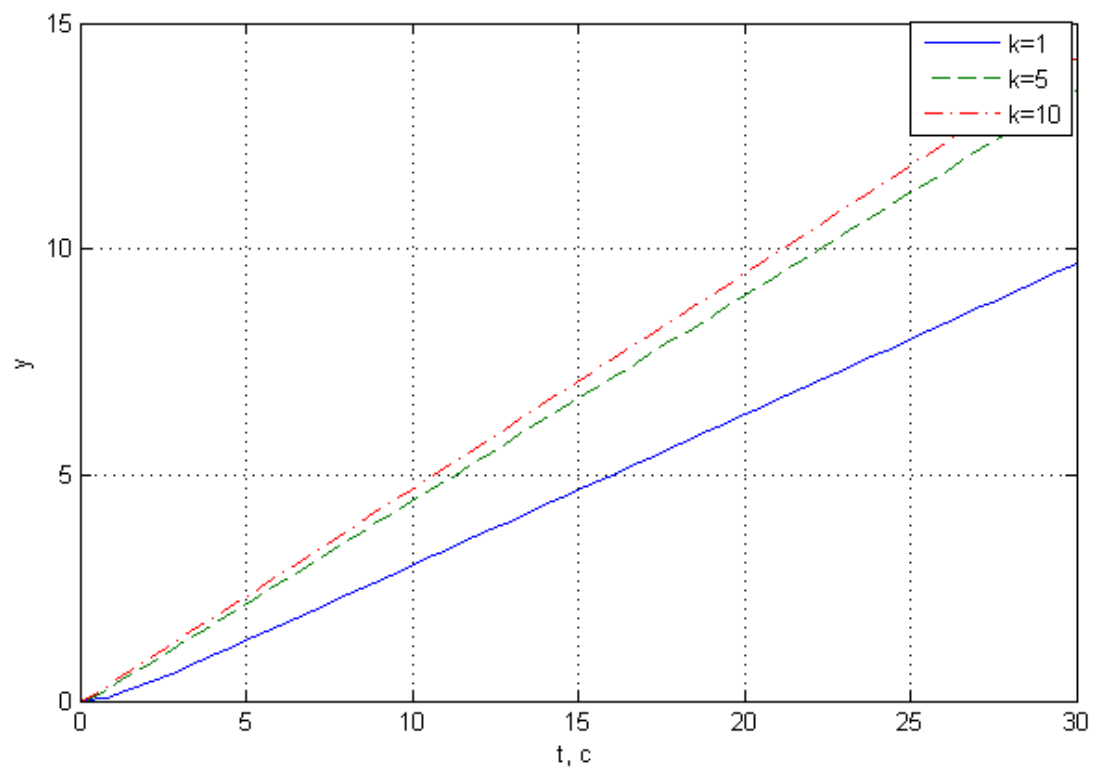


Рисунок 5 – Графики переходных процессов в режиме с постоянной скоростью при различных К

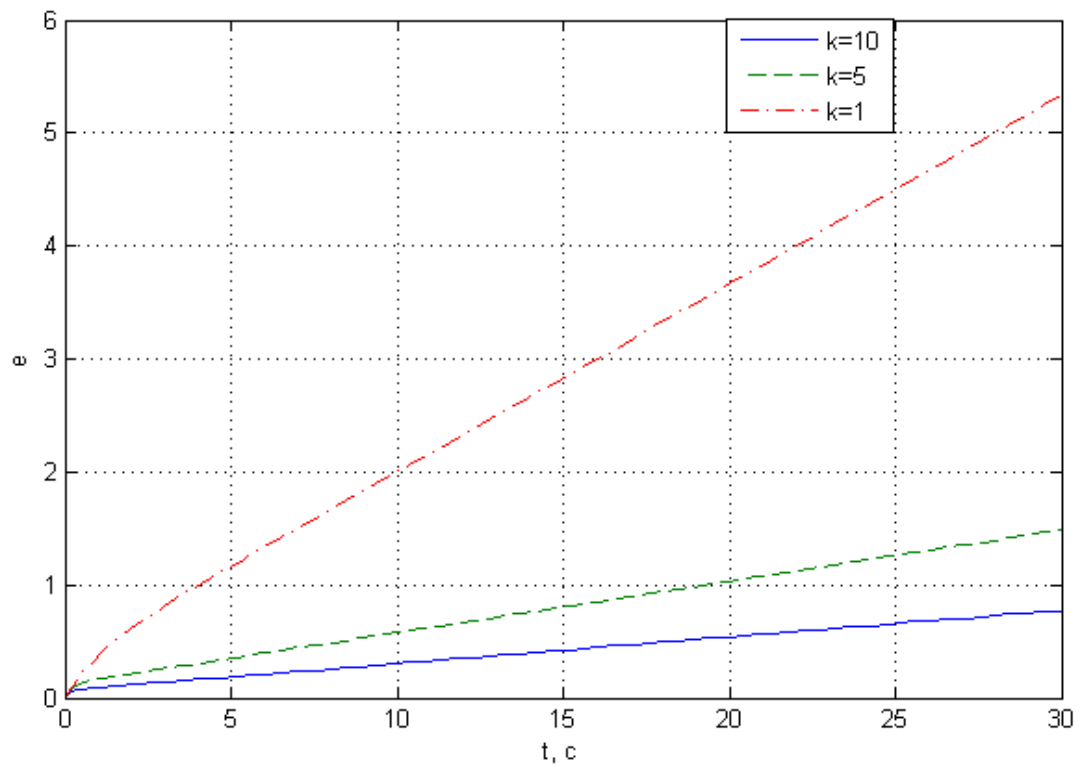


Рисунок 6 – Графики ошибки системы в режиме работы с постоянной скоростью при различных К

Аналитический расчет установившихся значений ошибки:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \left(\frac{1}{1 + W(s)} \right) \left(\frac{V}{s^2} \right) \quad (5)$$

Во всех случаях $\varepsilon \rightarrow \infty$

2 Исследование системы с астатизмом первого порядка

2.1 Исследование стационарного режима работы: $g(t) = 1$

На рисунке 7 представлена схема моделирования системы. На рисунках 8 и 9 - графики переходных процессов и ошибки при различных K , соответственно.

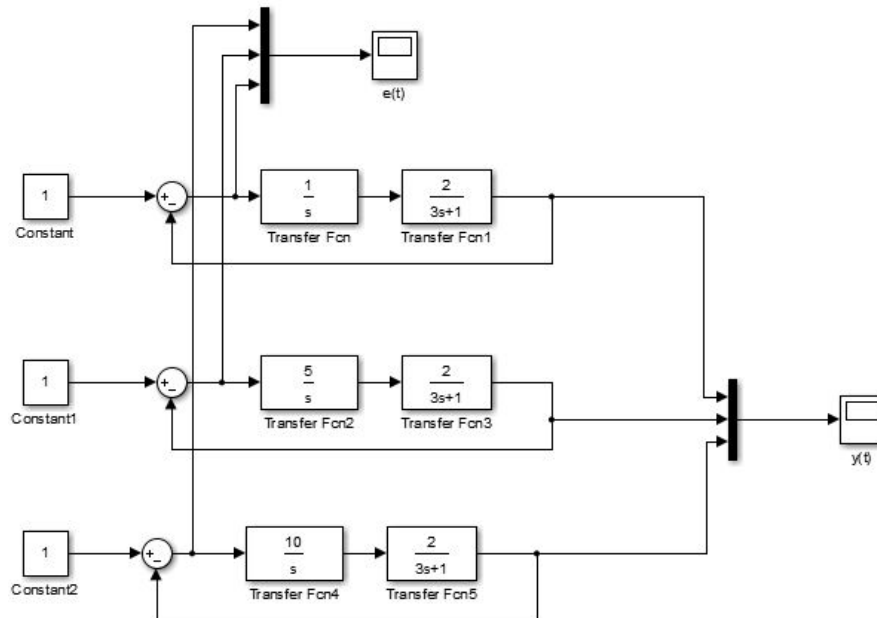


Рисунок 7 – Схема моделирования системы с астатизмом первого порядка

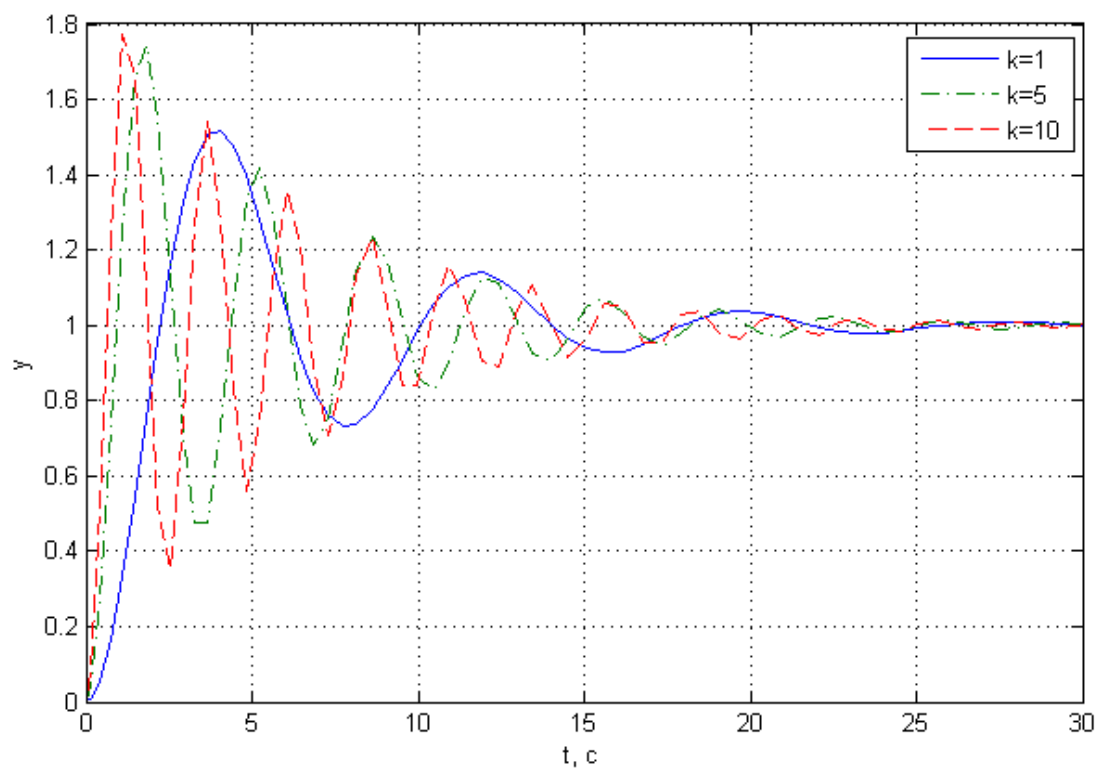


Рисунок 8 – Графики переходных процессов в стационарном режиме при различных K

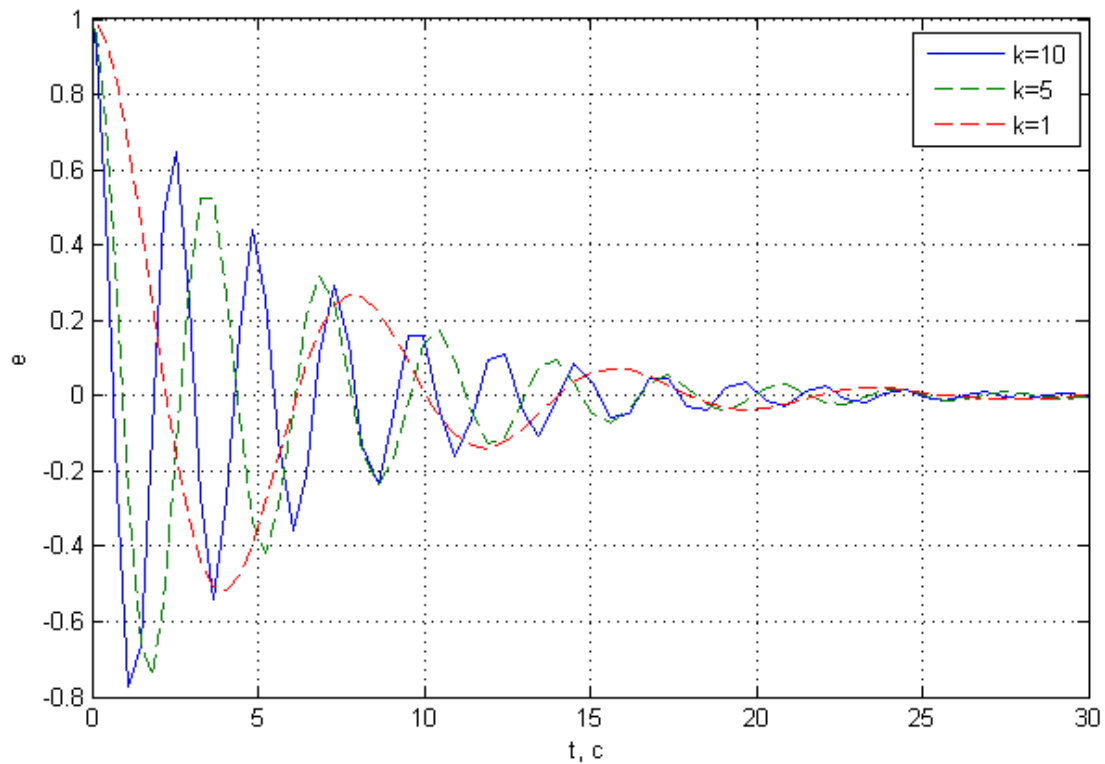


Рисунок 9 – Графики ошибки системы в стационарном режиме при различных K

Аналитический расчет установившихся значений ошибки:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \left(\frac{1}{1 + W(s)} \right) \left(\frac{A}{s} \right) = \lim_{s \rightarrow 0} A \left(\frac{s}{s + k} \right) = 0 \quad (6)$$

2.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью: $g(t) = 0.5t$

На рисунке 10 представлена схема моделирования. На рисунках 11 и 12 представлены графики переходных процессов и ошибки соответственно.

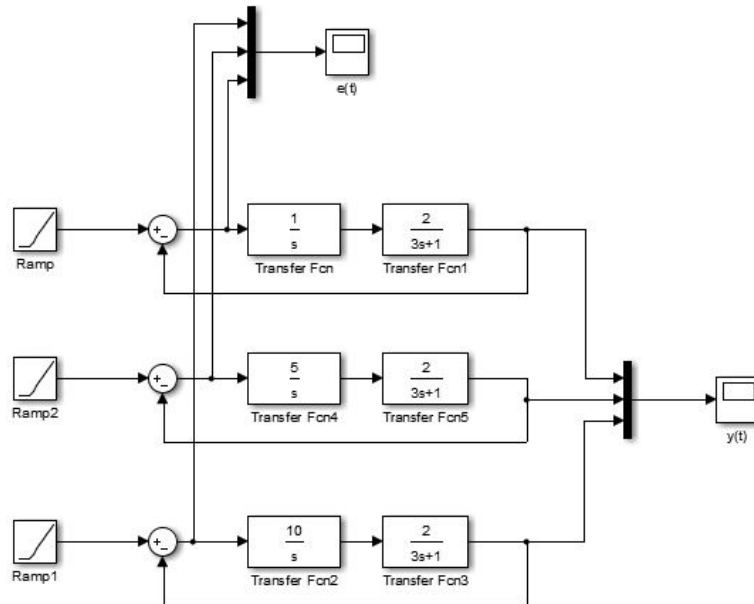


Рисунок 10 – Схема моделирования системы с астатизмом первого порядка

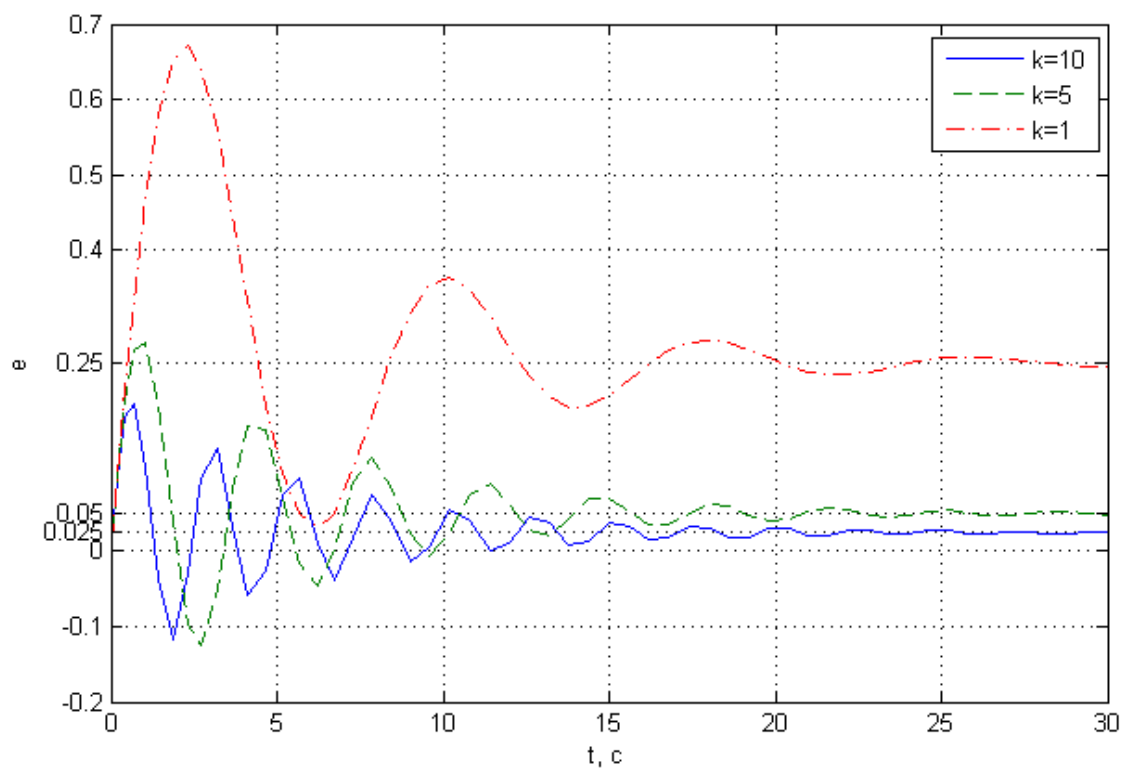


Рисунок 11 – Графики переходных процессов при движении с постоянной скоростью при различных K

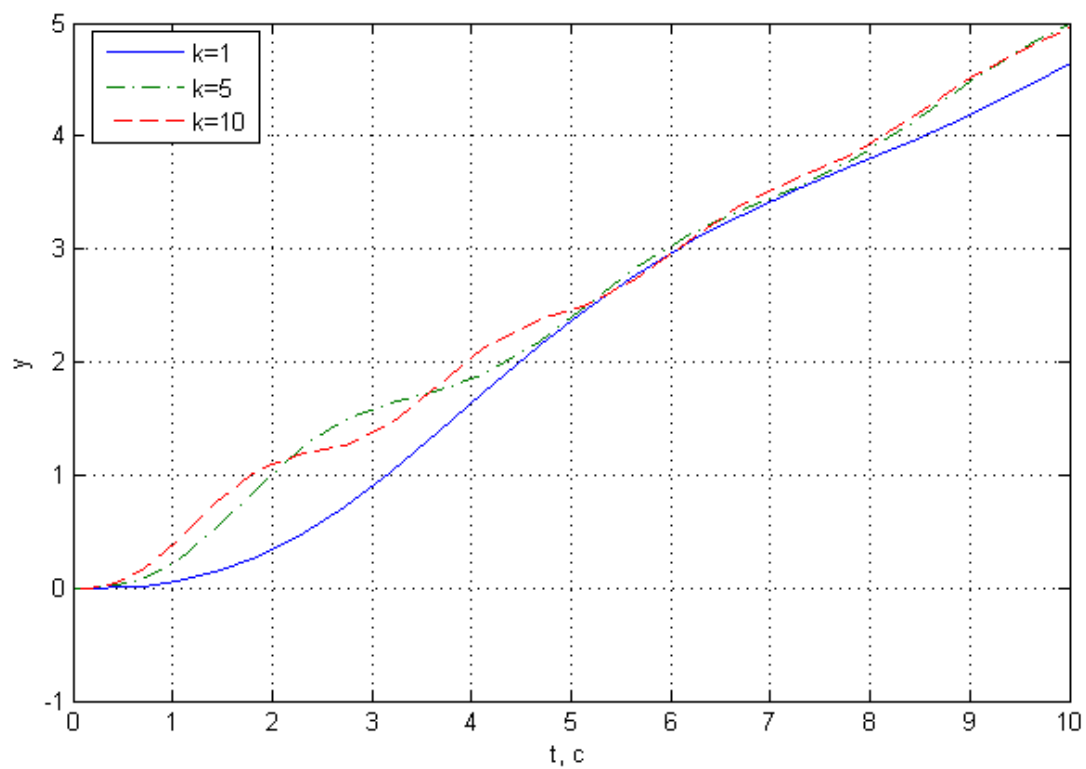


Рисунок 12 – Графики ошибки в режиме работы с постоянной скоростью при различных K

Аналитическое подтверждение полученных результатов:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \left(\frac{1}{1 + W(s)} \right) \left(\frac{V}{s^2} \right) \quad (7)$$

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \left(\frac{1}{1 + W(s)} \right) \left(\frac{V}{s^2} \right) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{V}{s} \right) \left(\frac{s}{s + k} \right) = 0.5/2 = 0.25 (K = 1) \quad (8)$$

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \left(\frac{1}{1 + W(s)} \right) \left(\frac{V}{s^2} \right) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{V}{s} \right) \left(\frac{s}{s + k} \right) = 0.5/10 = 0.05 (K = 5) \quad (9)$$

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \left(\frac{1}{1 + W(s)} \right) \left(\frac{V}{s^2} \right) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{V}{s} \right) \left(\frac{s}{s + k} \right) = 0.5/20 = 0.025 (K = 10) \quad (10)$$

2.3 Исследование движения с постоянным ускорением: $g(t) = 0.25t^2$

На рисунке 13 представлена схема моделирования. На рисунках 14 и 15 представлены графики переходных процессов и ошибки при движении с постоянным ускорением.

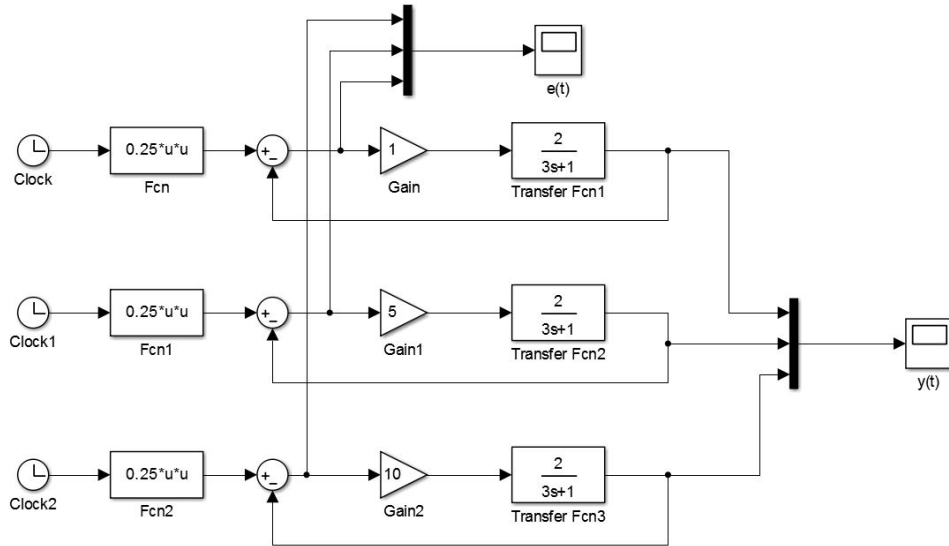


Рисунок 13 – Схема моделирования системы с астатизмом первого порядка

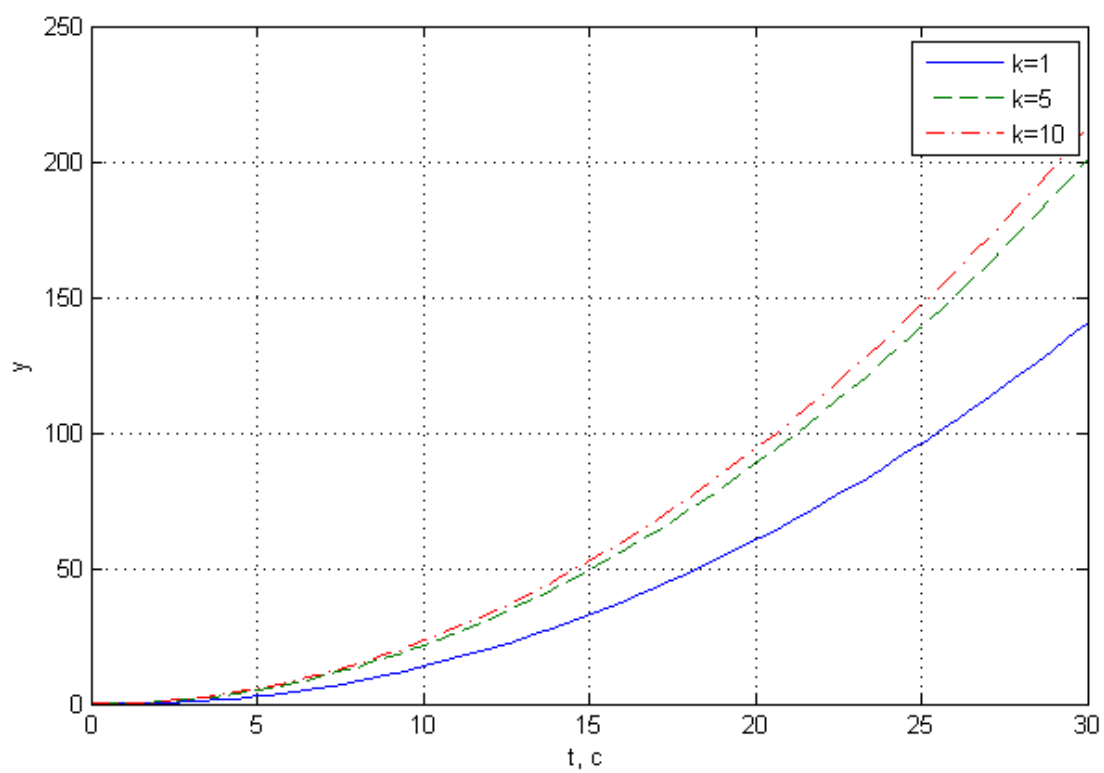


Рисунок 14 – Графики переходных процессов при движении с постоянным ускорением для различных K

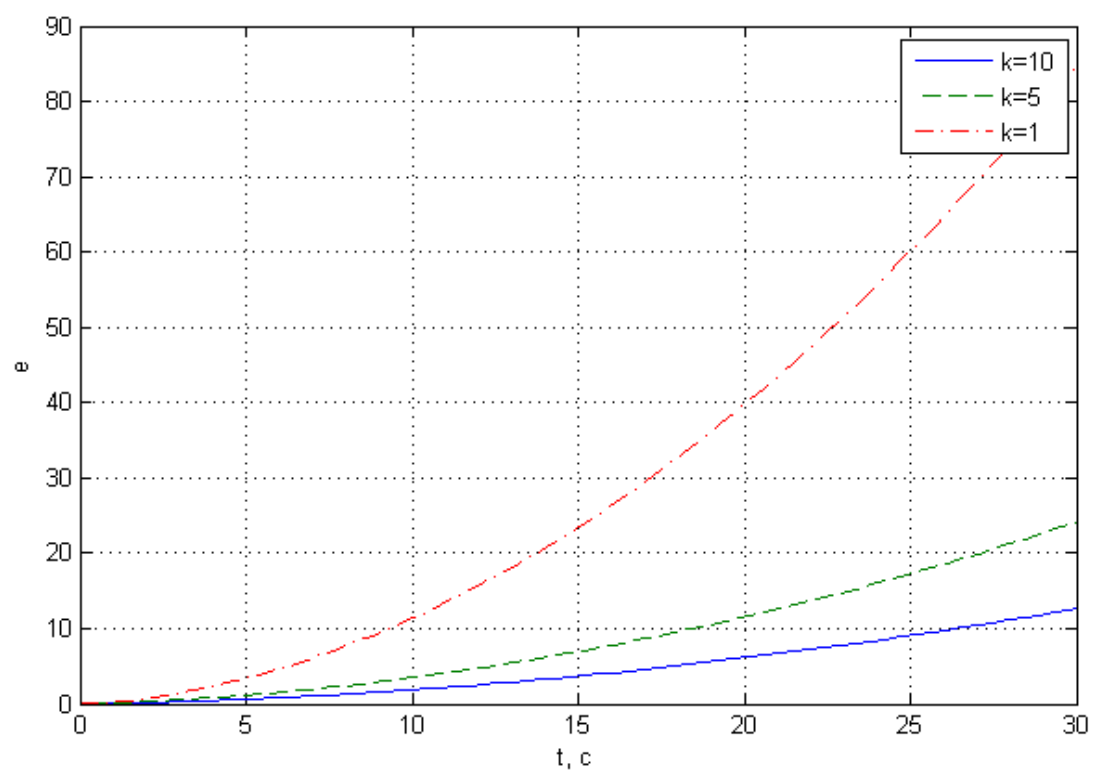


Рисунок 15 – Графики ошибки при движении с постоянным ускорением для различных K

3 Исследование влияния внешних возмущений

На рисунке 16 представлена схема моделирования системы. На рисунка 17 и 18 - графики переходных процессов и ошибки для различных значений f_1 и f_2 .

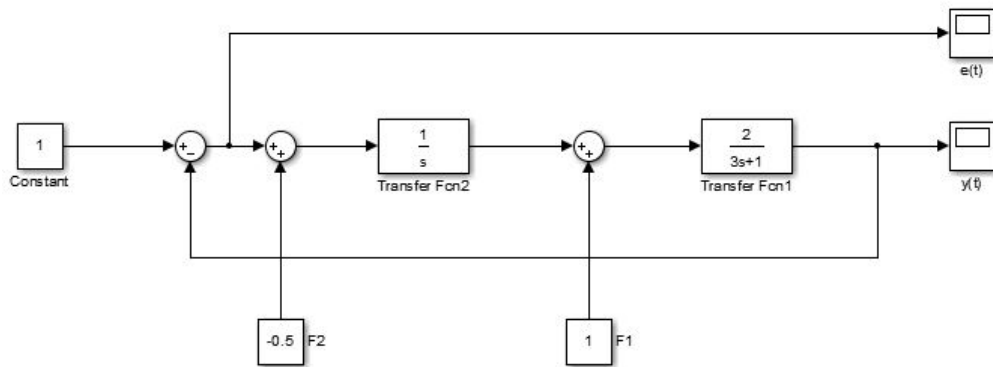


Рисунок 16 – Схема моделирования системы с внешними воздействиями

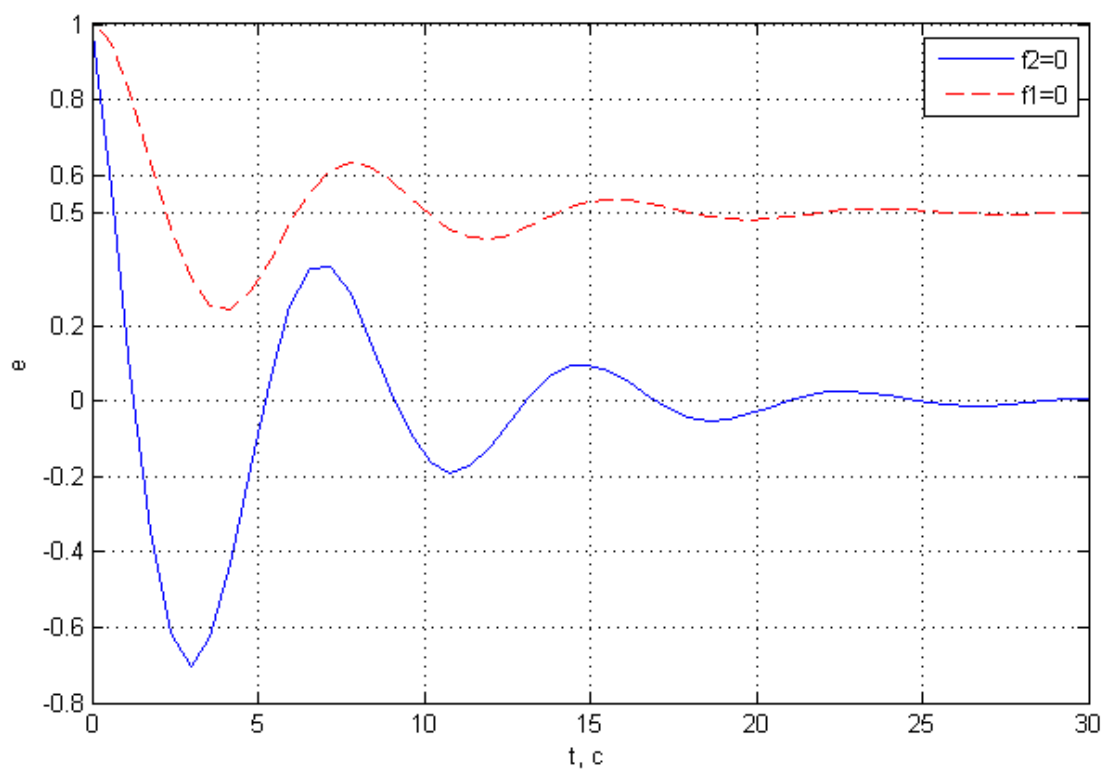


Рисунок 17 – Графики переходных процессов при различных значениях шумов

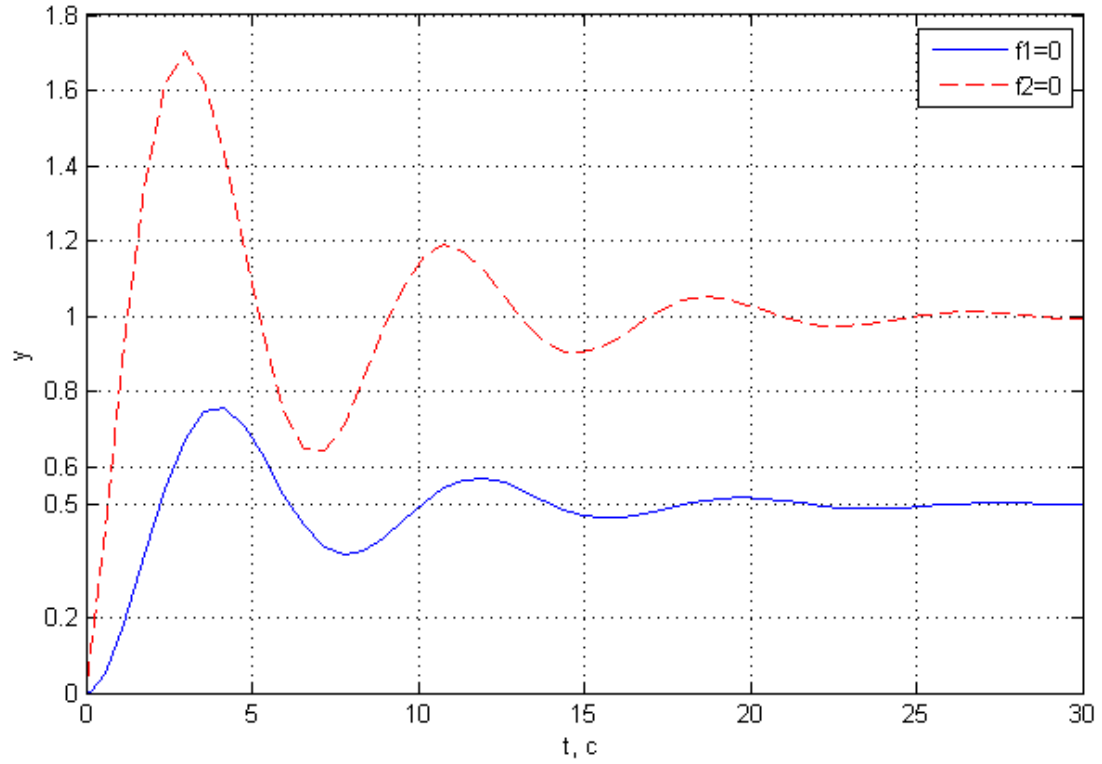


Рисунок 18 – Графики ошибки при различных значениях шумов

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки:

$$E = \frac{s}{W+s}G - \frac{sW}{W+s}F_1 - \frac{W}{W+s}F_2 \quad (11)$$

Предельное значение установившейся ошибки $\varepsilon = 0$ при $f_1=1$ и $f_2=0$:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{s}{W+s}1 - \frac{sW}{W+s}1 - \frac{W}{W+s}0 \right) = 0 \quad (12)$$

Предельное значение установившейся ошибки $\varepsilon = 0$ при $f_1=0$ и $f_2=-0.5$:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{s}{W+s}1 - \frac{sW}{W+s}0 - \frac{W}{W+s}(-0.5) \right) = \lim_{s \rightarrow 0} 0.5 \frac{2}{3s^2 + s + 2} = 0.5 \quad (13)$$

4 Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии

На рисунке 19 представлена схема моделирования системы. На рисунке 20 график переходного процесса при произвольном входном воздействии $2 + 3 \sin(0.5t)$.

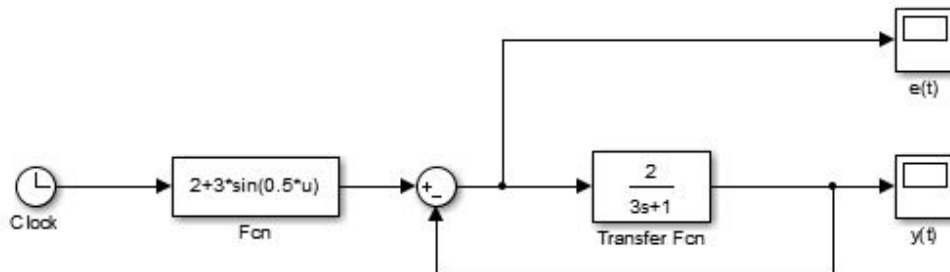


Рисунок 19 – Схема моделирования системы с произвольным входным воздействием

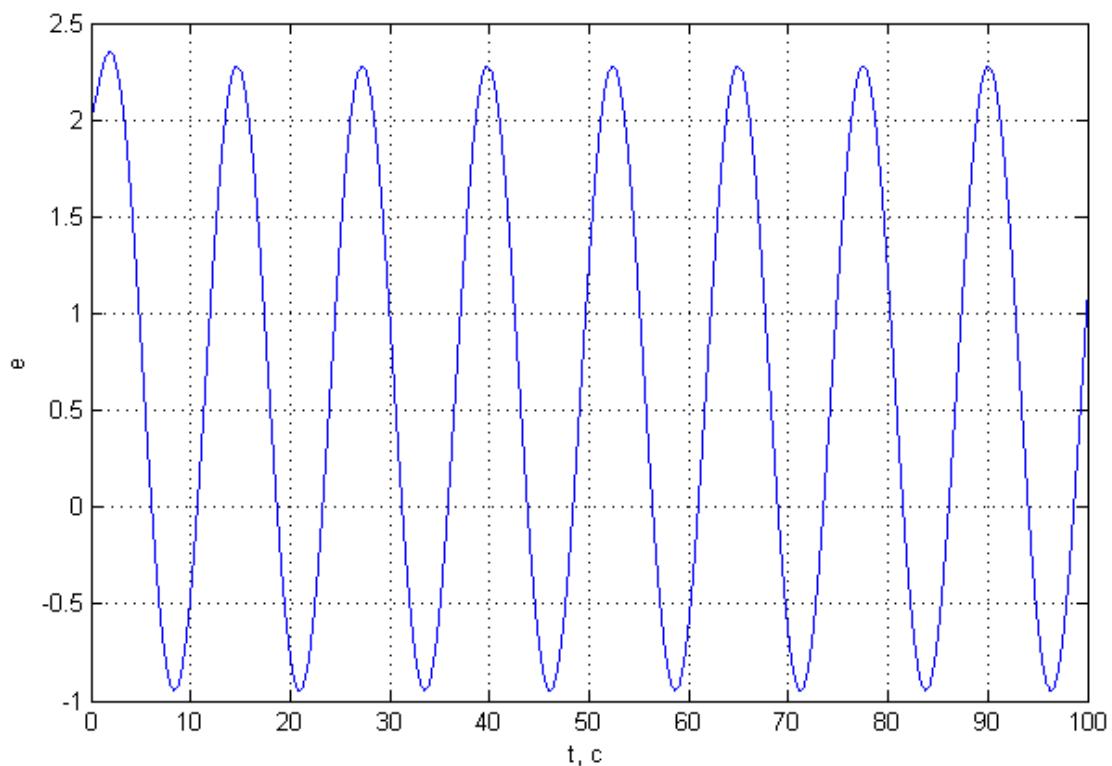


Рисунок 20 – График переходного процесса при произвольном входном воздействии

Ошибка рассчитывается по формуле:

$$e(t) = c_0 g(t) + c_1 \frac{d}{dt} g(t) + c_2 \frac{d^2}{dt^2} g(t) \quad (14)$$

Где

$$\Phi = \frac{1}{1 + W(s)} \quad (15)$$

$$c0 = (s)|_{s=0} = 0.33 \quad (16)$$

$$c1 = \frac{d\Phi(s)}{ds}|_{s=0} = 0.66 \quad (17)$$

$$c2 = \frac{d^2\Phi(s)}{ds^2}|_{s=0} = -1.33 \quad (18)$$

В итоге:

$$e(t) = 0.66 + 1.495 \sin(0.5t) + 0.99 \cos(0.5t) \quad (19)$$

На рисунке 21 сопоставляется рассчитанная ошибка и ошибка полученная моделированием.

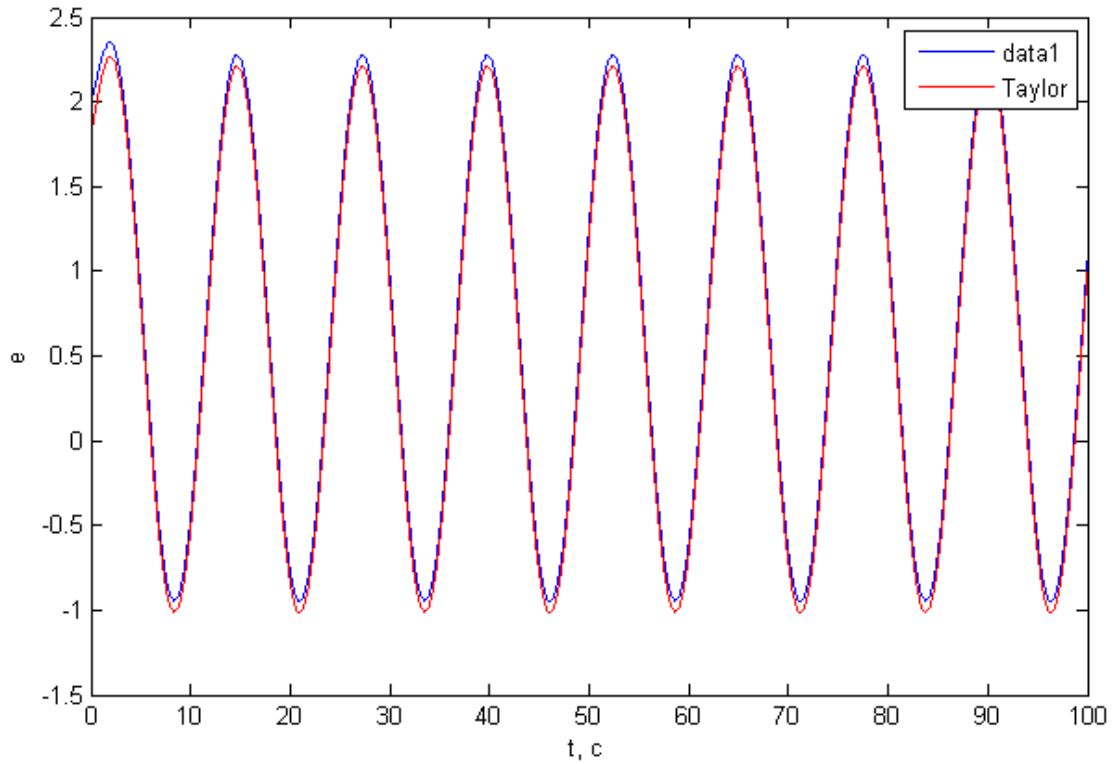


Рисунок 21 – Графики ошибок полученных аналитически и моделированием

Выводы

В данной работе мы исследовали системы с разными порядками астатизма и различными входными и возмущающими воздействиями. В частности, системы с астатизмом первого порядка нечувствительны к постоянным возмущениям. При исследовании стационарного режима работы, убедились в том, что при $g = A$, и увеличении коэффициента усиления k ошибка стремится к нулю. Убедились в том, что при увеличении порядка астатизма, ошибка, при статическом входном воздействии ошибка равна нулю. Внешние возмущения могут оказывать довольно сильное влияние - изменение выходного сигнала в 2 раза, сильное перерегулирование.