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 P3340

Лабораторная работа №7
АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Вариант - 11

Выполнил Та М.Ш (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 точностных свойств систем управления.

1. Исследование системы с астатизмом нулевого порядка.

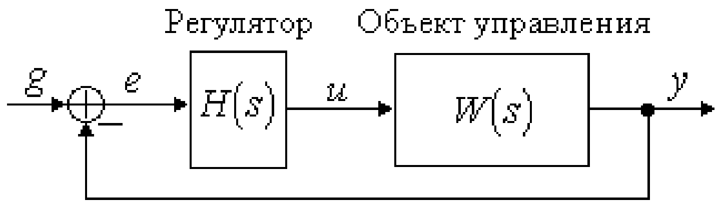


Рисунок 1 – Схема моделирования

Задана замкнутая система с регулятором $H(s) = k$ и передаточной функцией разомкнутого контура $W(s) = \frac{1}{0.5s^2 + s + 1}$

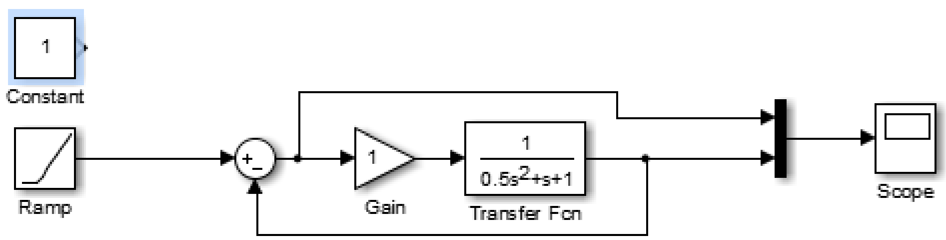


Рисунок 2 – Схема моделирования

1.1 Исследование стационарного режима работы при $g(t) = 2$

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + H(s)W(s)} G(s) = \lim_{s \to 0} s \frac{1}{1 + \frac{k}{0.5s^2 + s + 1}} \frac{2}{s} = \lim_{s \to 0} \frac{s^2 + 2s + 2}{0.5s^2 + s + 1 + k} = \frac{2}{1 + k}$$

$k = 1 \qquad \varepsilon = 1$

$k = 5 \qquad \varepsilon = 0.33$

$k = 10 \qquad \varepsilon = 0.18$

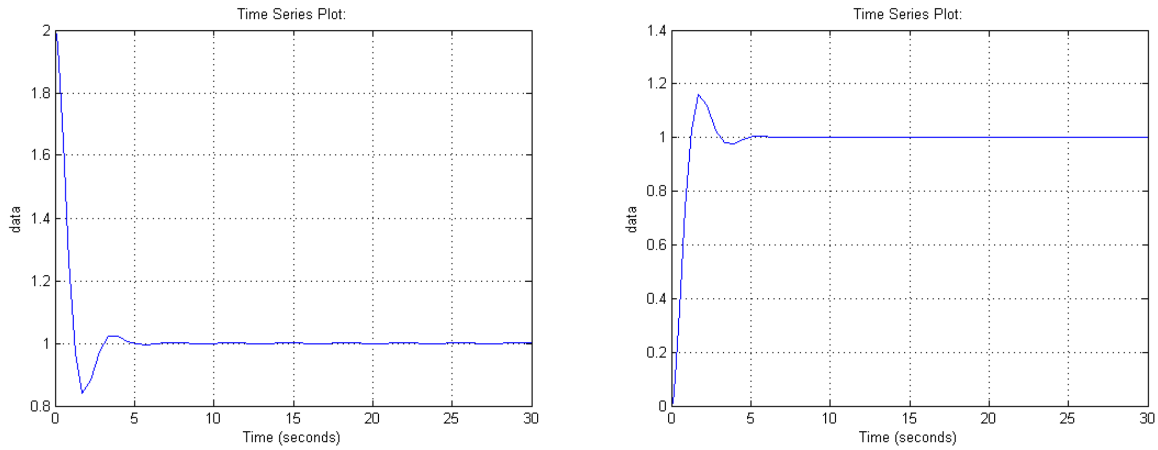


Рисунок 3 – График зависимость e(t) и y(t) при к=1

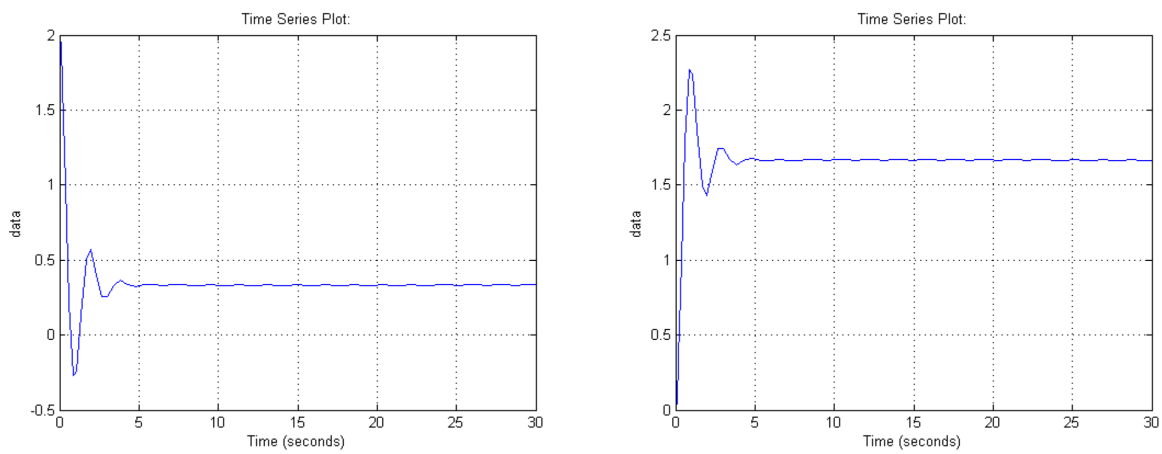


Рисунок 4 – График зависимость e(t) и y(t) при к=5

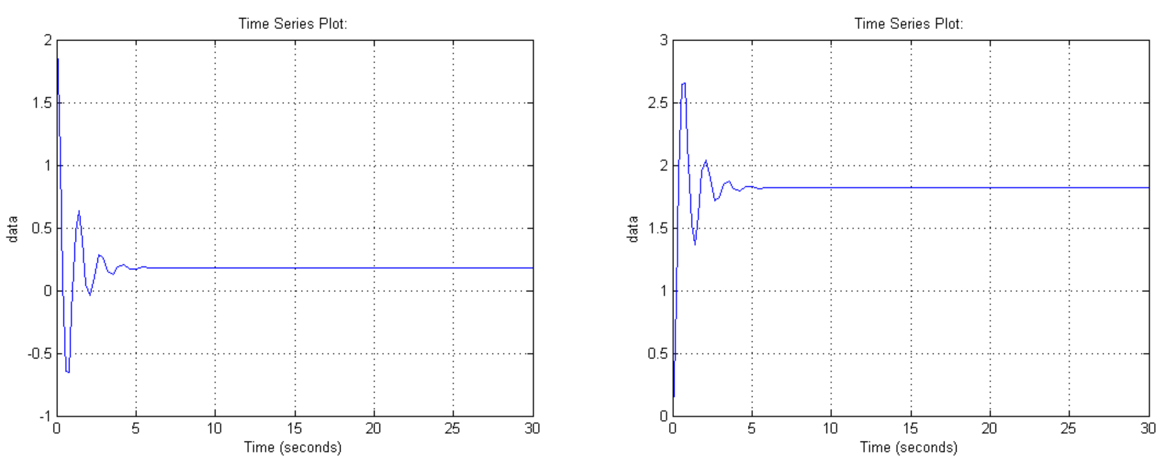


Рисунок 5 – График зависимость e(t) и y(t) при к=10

1.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью при $g(t) = 2t$

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки

$$\varepsilon = \frac{1}{1+H(s)W(s)}G(s) = \lim_{s\to 0} s\frac{1}{1+\dfrac{k}{0.5s^2+s+1}}\frac{2}{s^2} = \lim_{s\to 0}\frac{0.5s^2+s+1}{0.5s^2+s+1+k}\frac{2}{s} = \infty$$

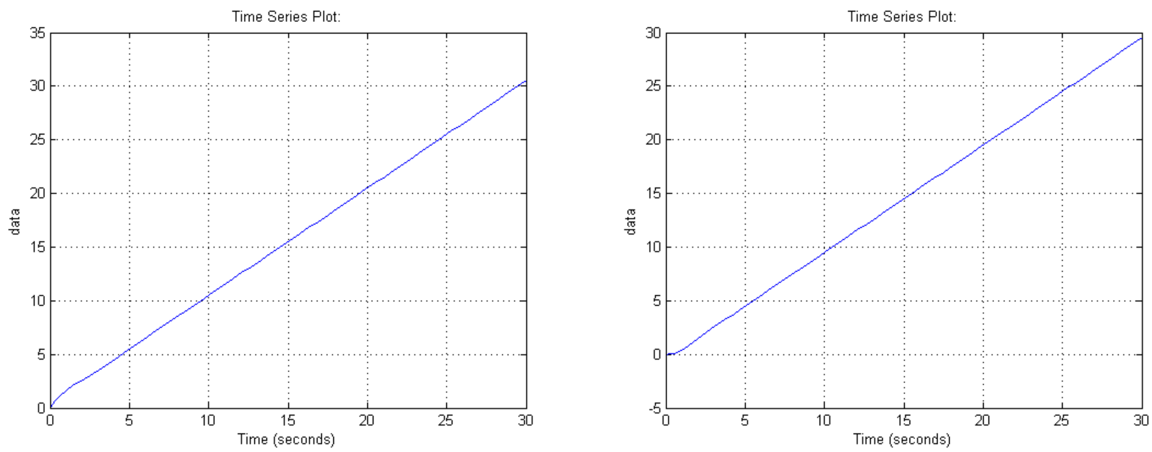


Рисунок 6 – График зависимость e(t) и y(t) при к=1

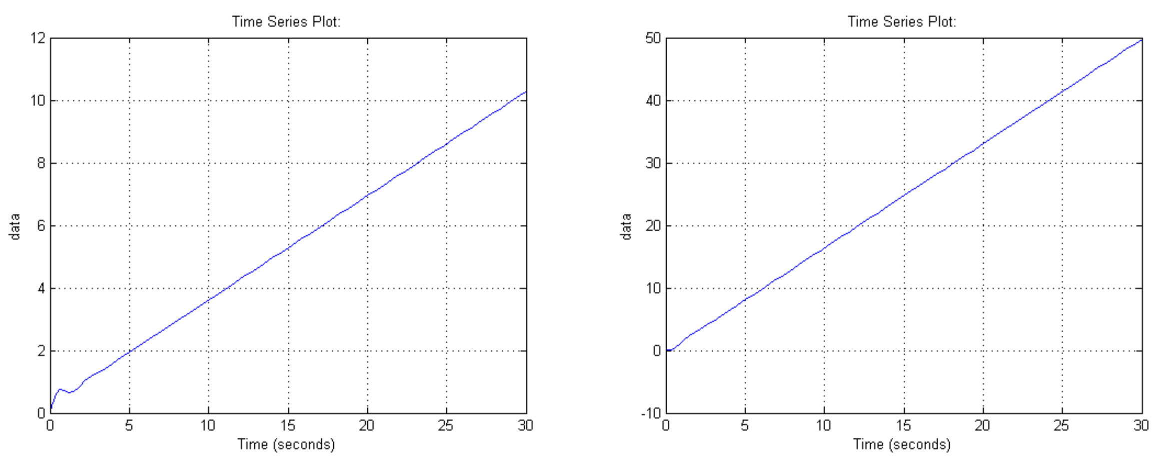


Рисунок 7 – График зависимость e(t) и y(t) при к=5

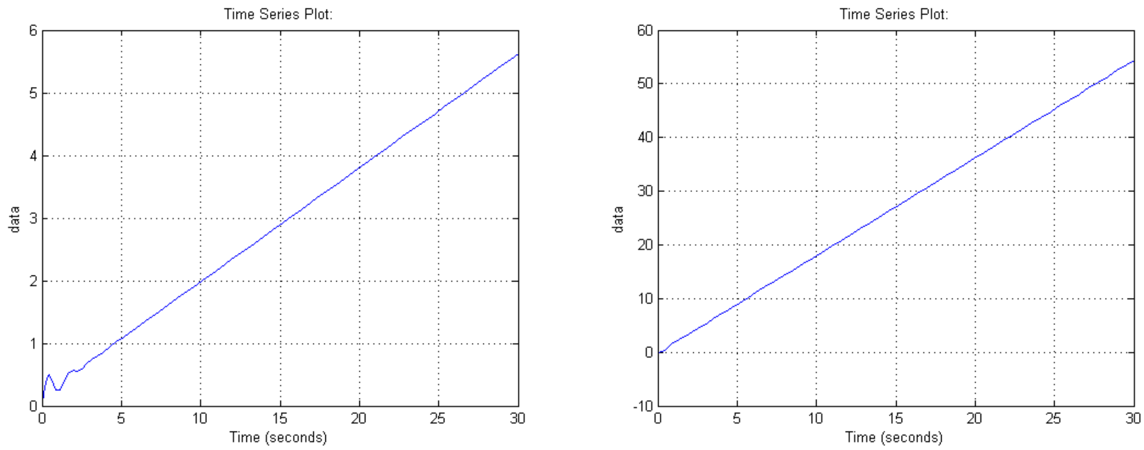


Рисунок 8 – График зависимость e(t) и y(t) при к=10

2. Исследование системы с астатизмом первого порядка.

$$W(s) = \frac{s+1}{0.5s^2 + s + 1}$$

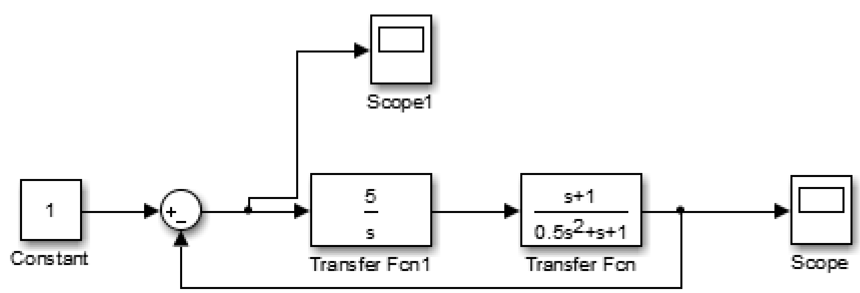


Рисунок 9 – Схема моделирования

2.1 g(t)=A=2 - стационарный режим работы.

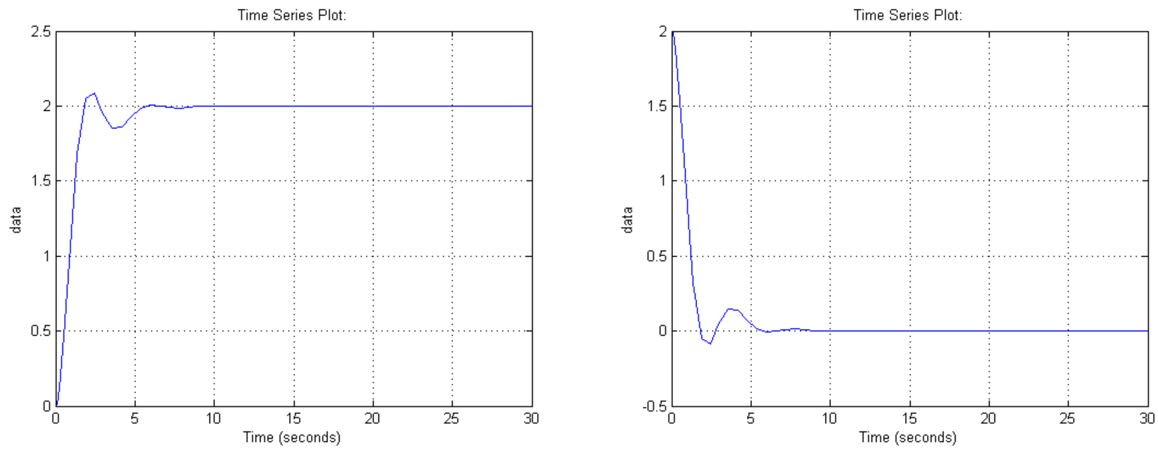


Рисунок 10 – График зависимость y(t) и e(t) при к=1

Из графика видно, что предельное значение установившейся ошибки $e(t)=0$

Это значение подтверждается аналитическим расчетом:

$$e_y(t)=\lim_{s\to 0} s\frac{1}{1+W(s)}\frac{A}{s}=\lim_{s\to 0}\frac{1}{1+\dfrac{W^*(s)}{s}}A=\lim_{x\to 0}\frac{s}{s+k}A=0$$

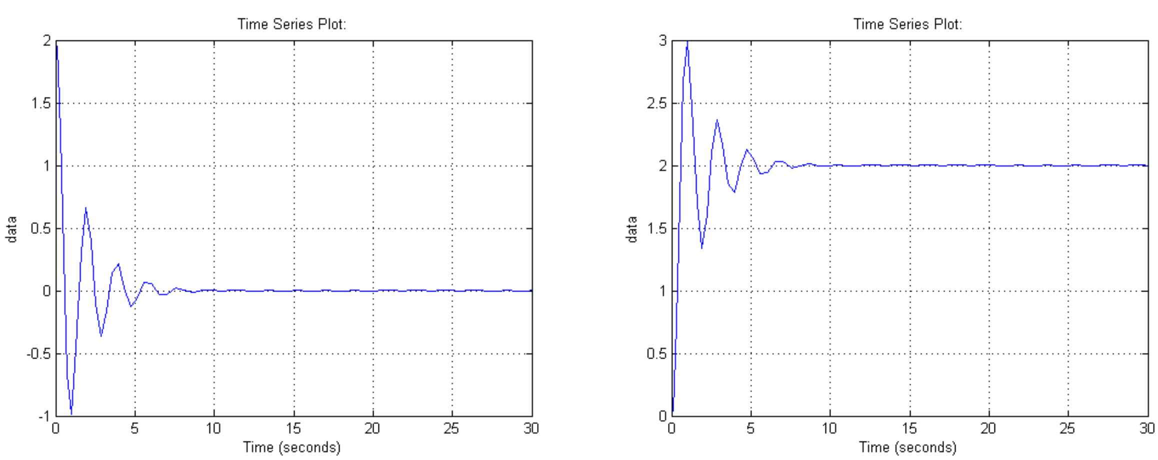


Рисунок 11 – График зависимость e(t) и y(t) при к=5

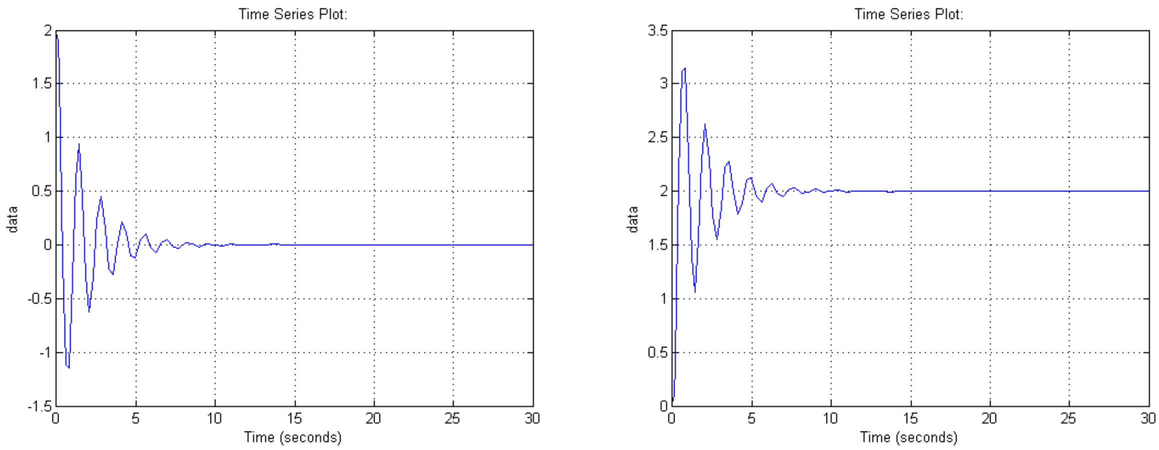


Рисунок 12 – График зависимость e(t) и y(t) при к=10

Во всех трех случаях $e = 0$

Вывод.СУ с астатизмом первого порядка (и выше) отрабатывает постоянное задающее воздействие с нулевой установившейся ошибкой.

2.2 g(t)=Vt=2t – движение с постоянной скоростью.

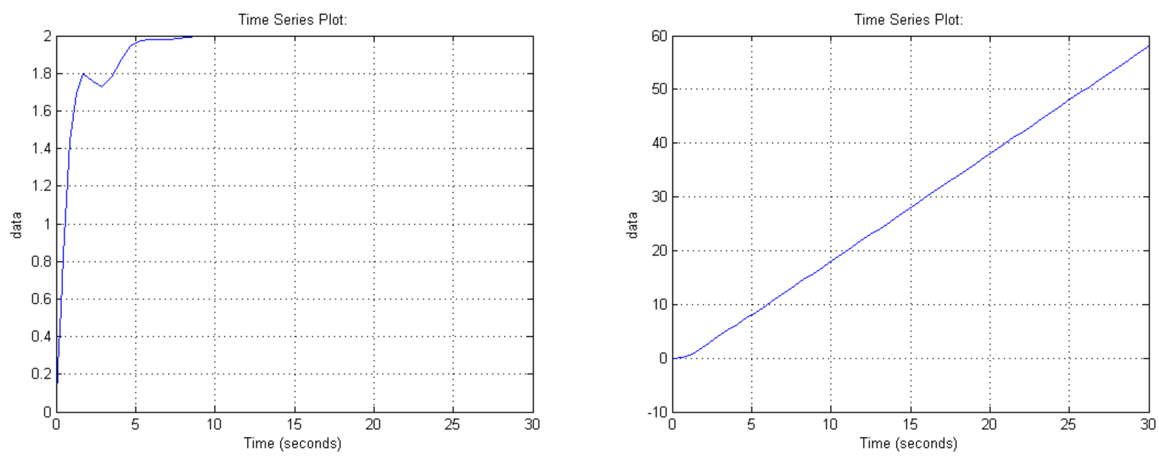


Рисунок 13 – График зависимость e(t) и y(t) при к=1

Из графика видно, что предельное значение установившейся ошибки $\varepsilon = 2$

Аналитическим расчет: $\varepsilon = \lim\limits_{s\to 0} s \dfrac{1}{1+W(s)} \dfrac{V}{s^2} = \lim\limits_{s\to 0} \dfrac{s}{s+k} \dfrac{V}{s} = \dfrac{V}{k} = \dfrac{2}{1} = 2$

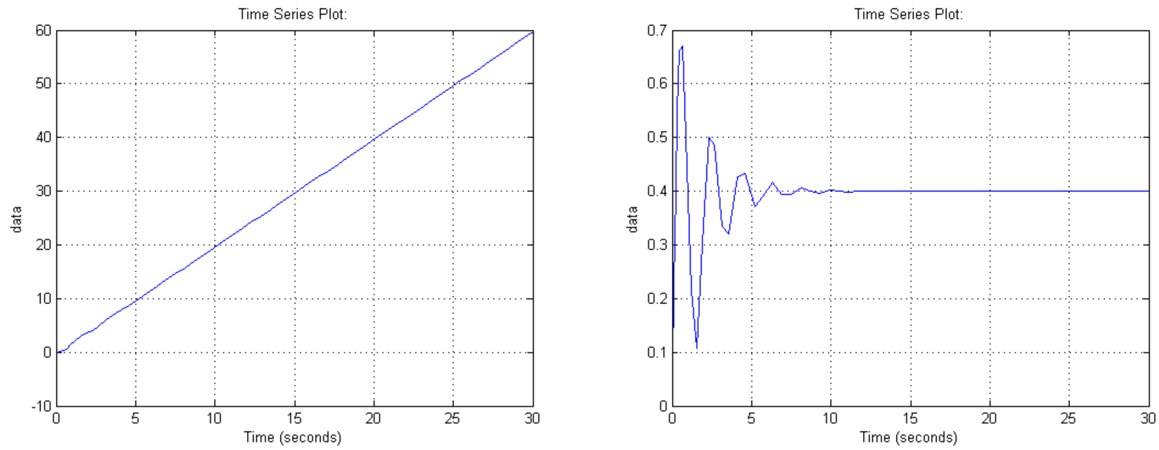


Рисунок 14 – График зависимость y(t) и e(t) при к=5

Из графика видно, что предельное значение установившейся ошибки $\varepsilon = 0.4$

Аналитическим расчет : $\varepsilon = \lim\limits_{s \to 0} s \dfrac{1}{1+W(s)} \dfrac{V}{s^2} = \lim\limits_{s \to 0} \dfrac{s}{s+k} \dfrac{V}{s} = \dfrac{V}{k} = \dfrac{2}{5} = 0.4$

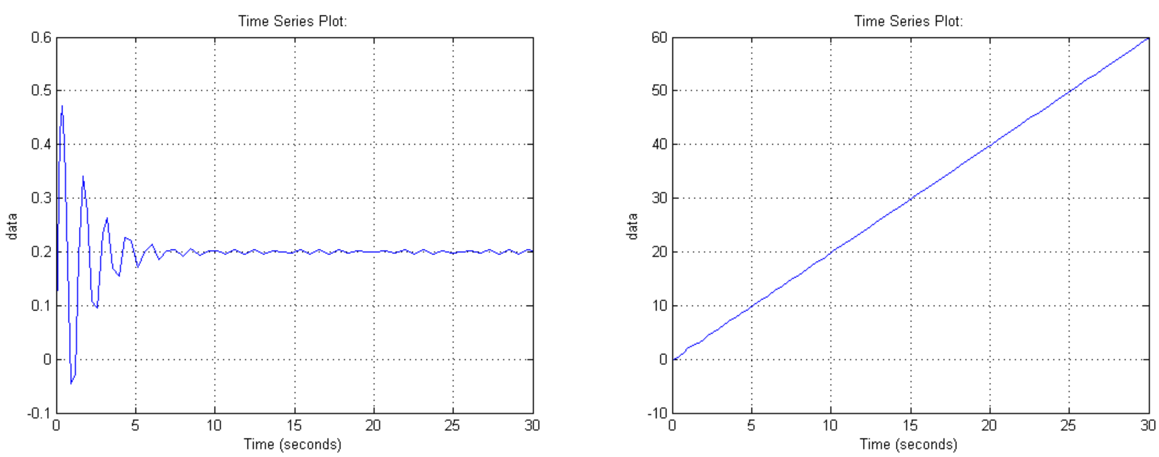


Рисунок 15 – График зависимость e(t) и y(t) при к=10

Из графика видно, что предельное значение установившейся ошибки $\varepsilon = 0.2$

Аналитическим расчет : $\varepsilon = \lim\limits_{s \to 0} s \dfrac{1}{1+W(s)} \dfrac{V}{s^2} = \lim\limits_{s \to 0} \dfrac{s}{s+k} \dfrac{V}{s} = \dfrac{V}{k} = \dfrac{2}{10} = 0.2$

Вывод. У системы управления (СУ) с первым порядком астатизма при линейно изменяющимся задающем воздействии (Vt) установившаяся ошибка равна $\varepsilon = \dfrac{V}{k}$

2.3 $g(t)=at^2/2=0.45t^2$ – движение с постоянным ускорением.

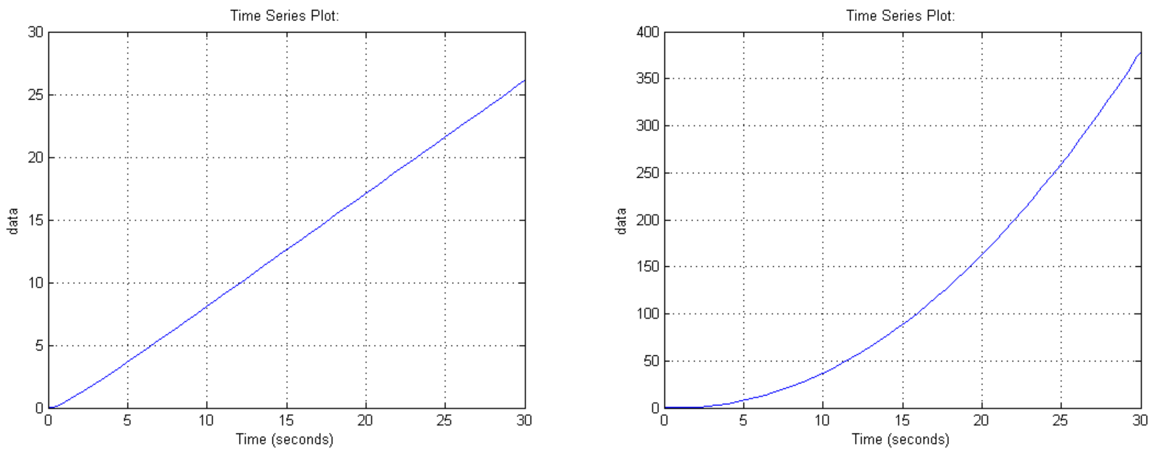


Рисунок 16 – График зависимость e(t) и y(t) при к=1

Аналитическим расчет $\varepsilon = \lim\limits_{s\to 0} s\dfrac{1}{1+W(s)}\dfrac{a}{s^3} = \lim\limits_{s\to 0}\dfrac{s}{s+k}\dfrac{a}{s^2} = \infty$

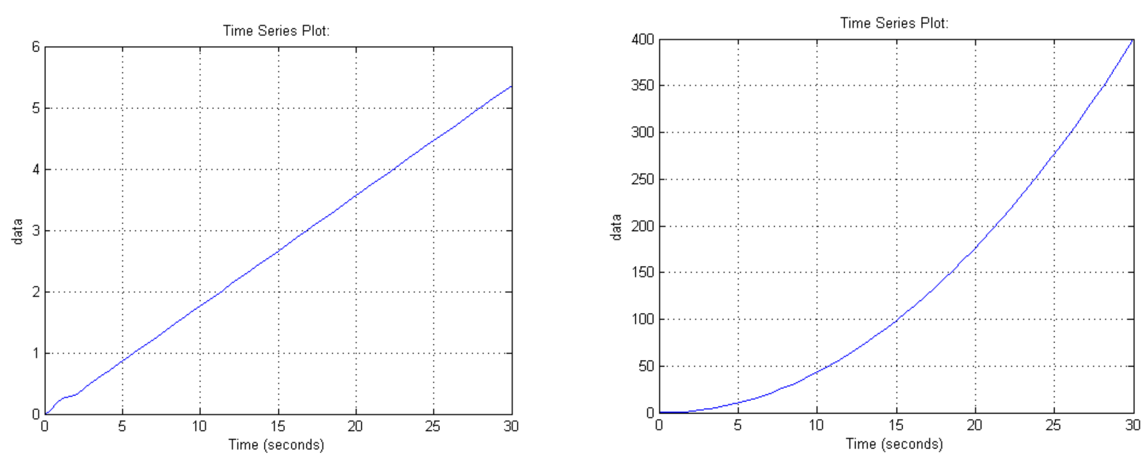
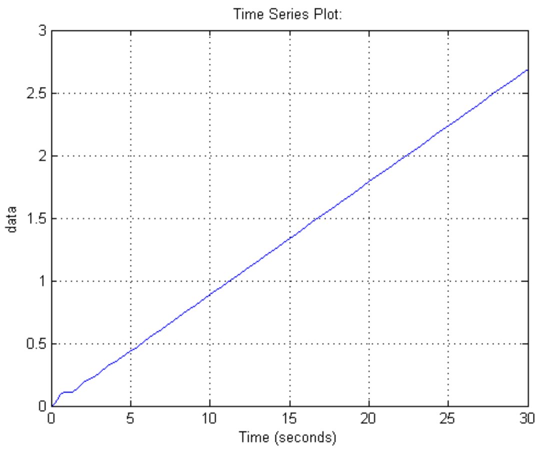


Рисунок 17 – График зависимость e(t) и y(t) при к=5



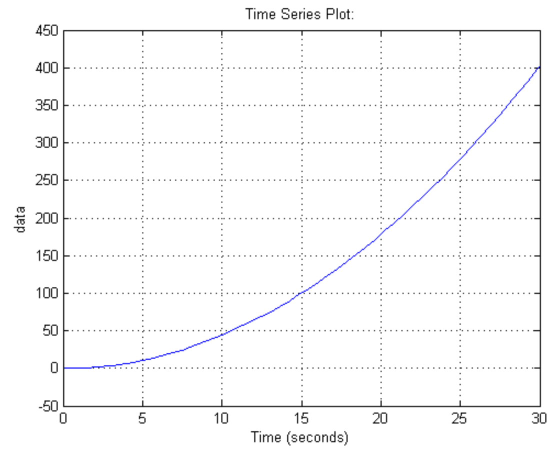
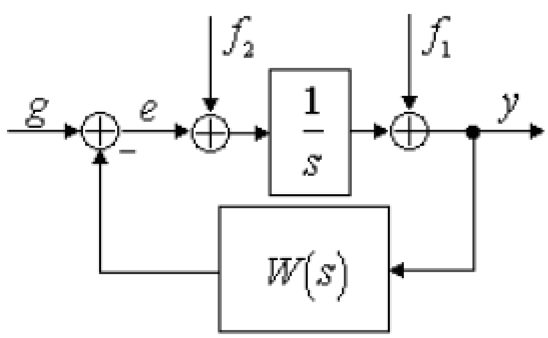


Рисунок 18 – График зависимость e(t) и y(t) при к=10

3. Исследование влияния внешних возмущений.

Задана замкнутая система с двумя внешними возмущениями $f_1(t)$ и $f_2(t)$, передаточной функцией разомкнутого контура $f_1(t)$ и $f_2(t)$ и передаточной функцией обратной связи $W(s) = \dfrac{1}{0.5s^2 + s + 1}$



г)

Рисунок 19 – Схема моделирования

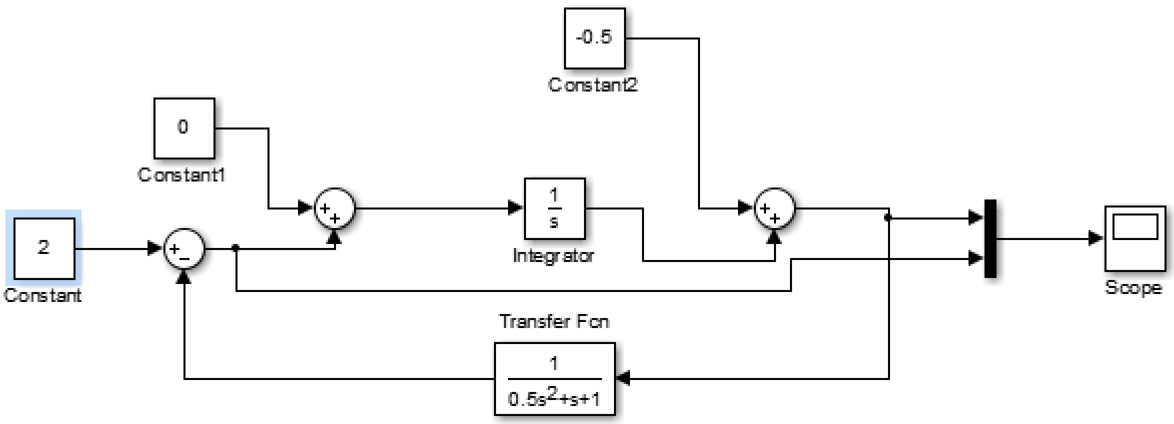


Рисунок 20 – Схема моделирования

Рассчитаем предельное значение установившейся ошибки:

$$\varepsilon = \lim_{s\to 0}[-s\frac{sW(s)}{s+W(s)}\frac{F_1}{s}+s\frac{W(s)}{s+W(s)}\frac{F_2}{s}] = \mathrm{F}_2$$

3.1 Задано

$f_1(t) = -0.5$

$f_2(t) = 0$

$g(t) = 2$

Рассчитаем $\varepsilon = 0$

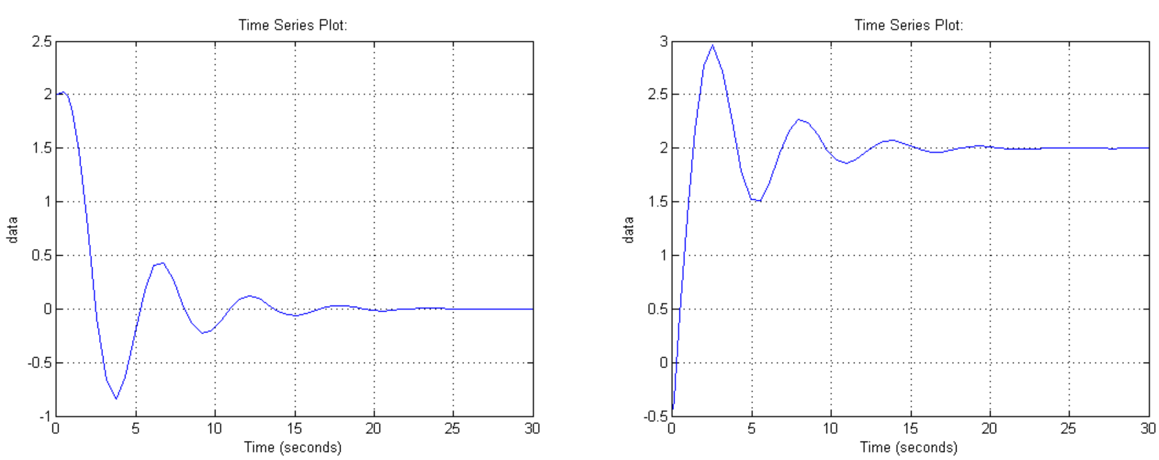


Рисунок 21 – График зависимость e(t) и y(t)

3.2 Задано

$f_1(t) = 0$

$f_2(t) = 0,25$ Рассчитаем $\varepsilon = 0,25$

$g(t) = 2$

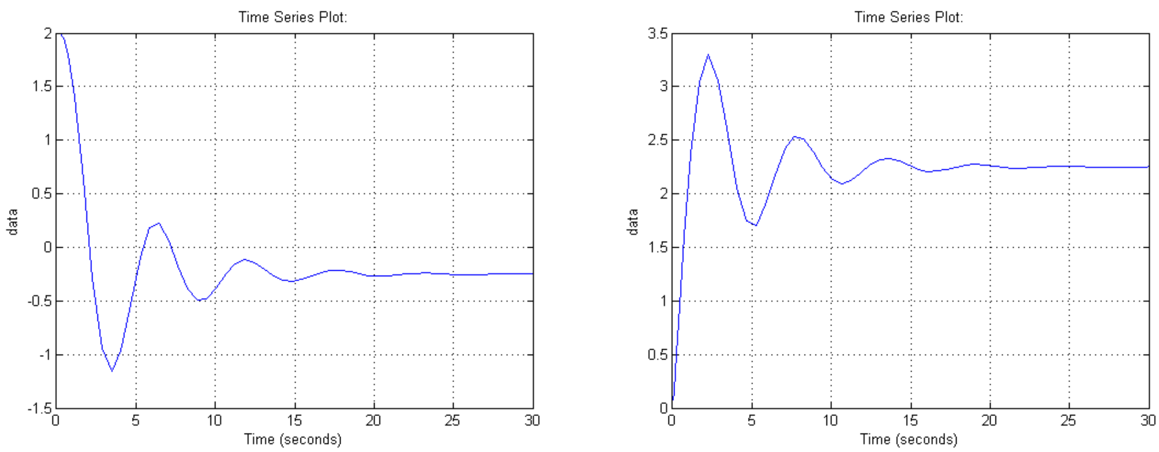
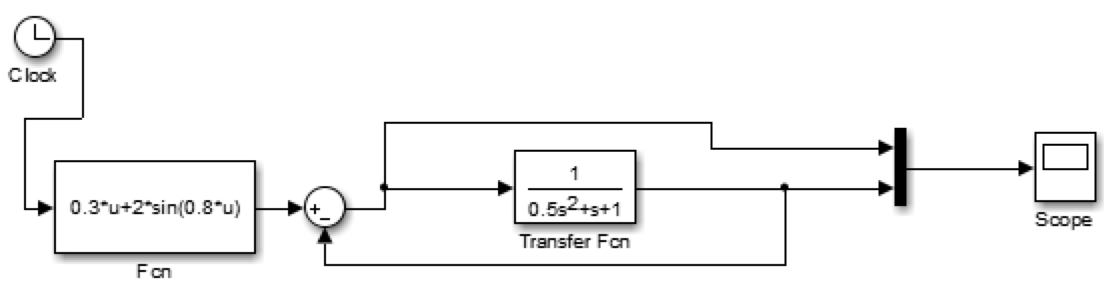


Рисунок 22 – График зависимость e(t) и y(t)

4. Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии.

Задана замкнутая система с регулятором $H(s) = 1$ и передаточной функцией разомкнутого контура $W(s) = \dfrac{1}{0.5s^2 + s + 1}$. Задающее воздействие

$g(t) = 0.3t + 2\sin 0.8t$



.

Рисунок 23 – Схема моделирования

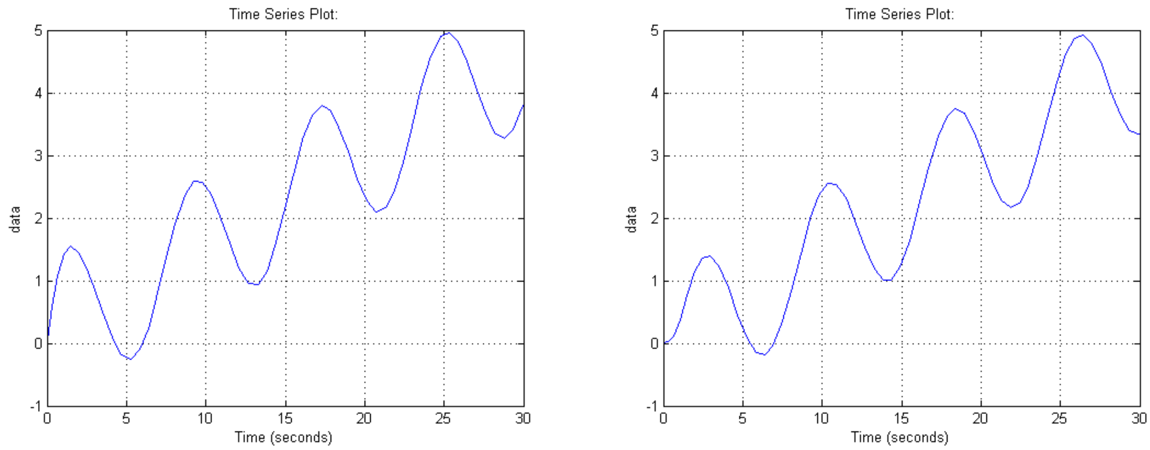


Рисунок 24 – График зависимость e(t) и y(t)

Оценим приближенно установившуюся ошибку слежения:

$$\Phi_e(s) = \frac{1}{1+H(s)W(s)} = \frac{0.5s^2+s+1}{0.5s^2+s+2}$$

Разложим $\Phi_e(s)$ в ряд Тейлора в окрестности точки $s=0$:

$$c_0 = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$c_1 = \frac{d}{ds}\Phi_e(s) = \frac{(s+1)(0.5s^2+s+2)-(0.5s^2+s+1)(s+1)}{(0.5s^2+s+2)^2} = \frac{s+1}{(0.5s^2+s+2)^2}\Big|_{s=0} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$c_2 = \frac{d^2}{ds^2}\Phi_e(s) = \frac{(0.5s^2+s+2)^2-(s+1)2(0.5s^2+s+2)(s+1)}{(0.5s^2+s+2)^4}\Big|_{s=0} = \frac{2^2-2*2*1}{2^4} = 0$$

$$e_y(t) = 0.5(0.3t+2\sin 0.8\mathrm{t})+0.25(0.3+1.6\cos 0.8t)-0 = 0.15\mathrm{t}+\sin 0.8t+0.4\cos 0.8t+0.075$$

Рисунок 25 – Схема моделирования

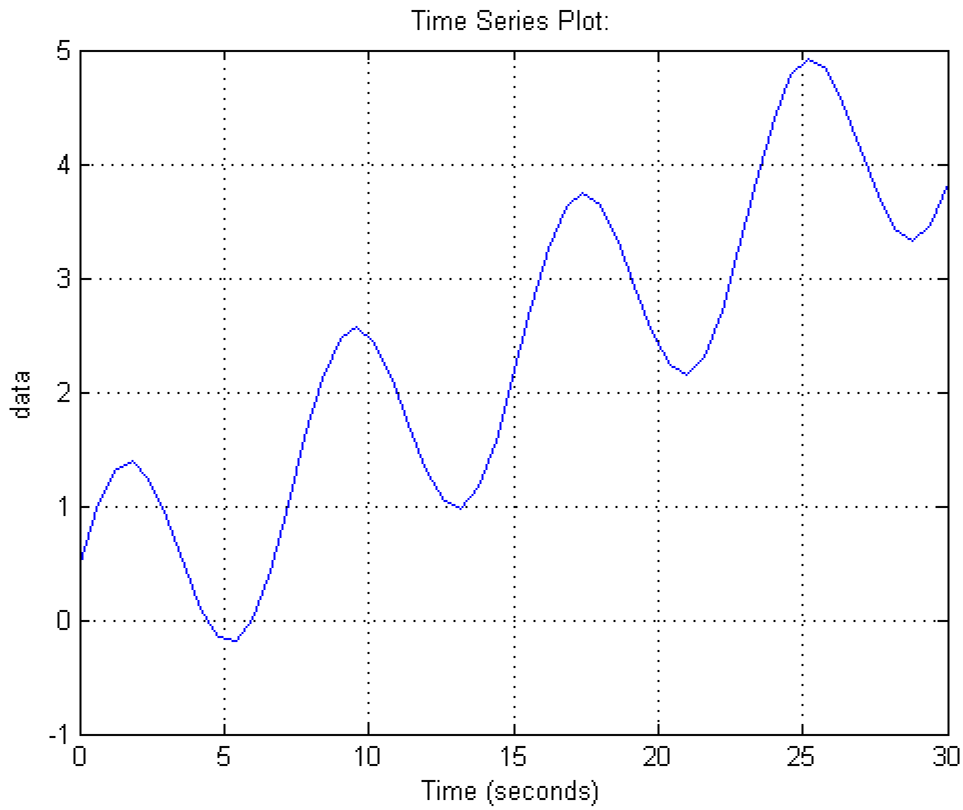


Рисунок 26 – График зависимость e(t)

Вывод: управлять точностными свойствами системы можно при помощи регуляторов. Для обеспечения требуемой установившейся ошибки можно повышать коэффициент усиления, а также изменять астатизм системы. В частности, системы с астатизмом первого порядка нечувствительны к постоянным возмущениям.