Цель работы

Исследование свойст систем управления.

Исходные данные

$W(s)$	$g=A$	$g=Vt$	$g=at^2/2$	Вариант схемы	f_1	f_2	Сигнал задания
$\frac{1.5}{0.5s+1}$	2	4t	$0.2t^2$	a)	-0.5	1	$0.5t + 2\cos(0.1t)$

Исследование системы с астатизмом нулевого порядка.

Исследование стационарного режима работы: $g(t) = 2$. На рисунке 1 представлена диаграмма модели при входном воздействии g = 2, а также полученные графики (рисунок 2) при различных значениях $H(s) = k$.

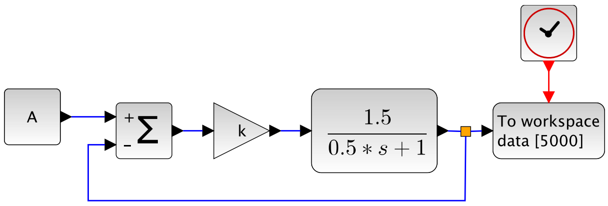


Рис. 1: Схема моделирования.

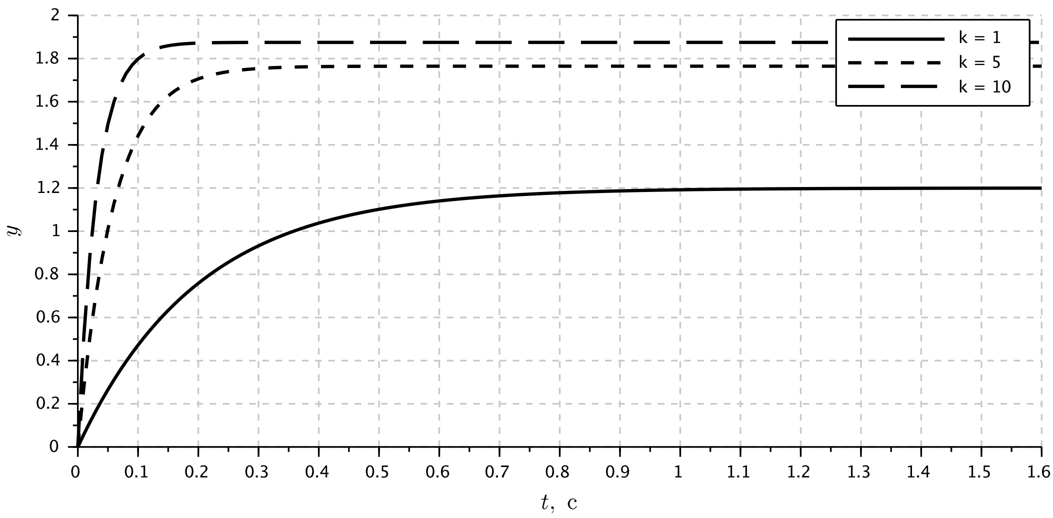


Рис. 2: Графики при различных k.

Передаточную функцию ошибки можно представить следующим выражением:

$$\Phi_e(s) = \frac{0.5s+1}{0.5s+1+1.5k} \tag{1}$$

Соответственно можем получить предельное значение ошибки при различных k:

$$\varepsilon = \lim_{s\to 0} \Phi_e(s) g = \frac{2}{2+3k} g \tag{2}$$

$\varepsilon|_{k=1} = 0.8$ $\qquad$ $\varepsilon|_{k=5} \approx 0.235$ $\qquad$ $\varepsilon|_{k=10} = 0.125$

Исследование режима работы с постоянной скоростью: $g(t) = 4t$. Далее на рисунках 3 и 4 представлены модель и графики моделирования исходной системы при постоянной скорости.

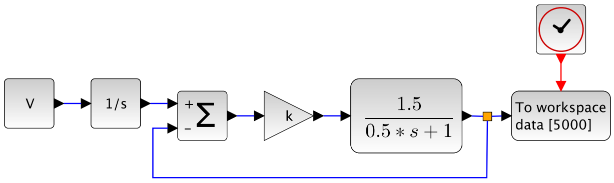


Рис. 3: Схема моделированя.

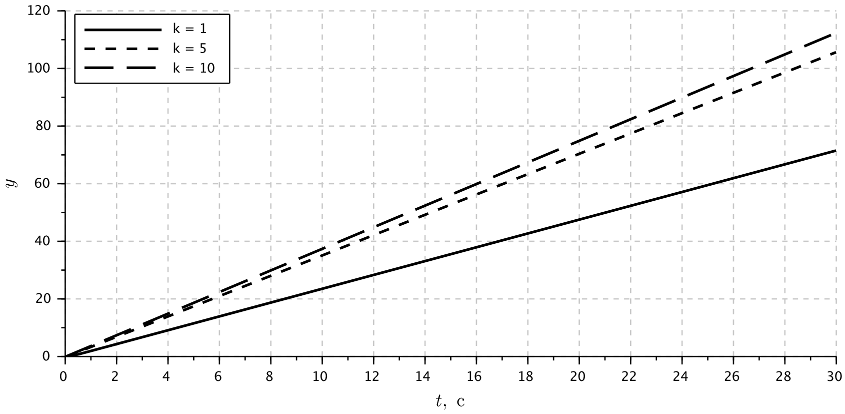


Рис. 4: График при различных k.

Исследование системы с астатизмом первого порядка.

Исследование стационарного режима работы: $g(t) = 2$. На рисунках 5 и 6 представлены диаграмма модели и соответственно полученные графики при различных k.

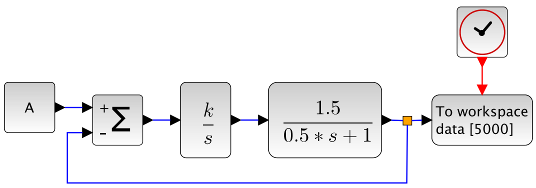


Рис. 5: Схема моделирования.

Передаточная функция ошибки:

$$\Phi_e = \frac{0.5s^2 + s}{0.5s^2 + s + 1.5k} \tag{3}$$

Предельное значение ошибки при различных k:

$$\varepsilon = 0;$$

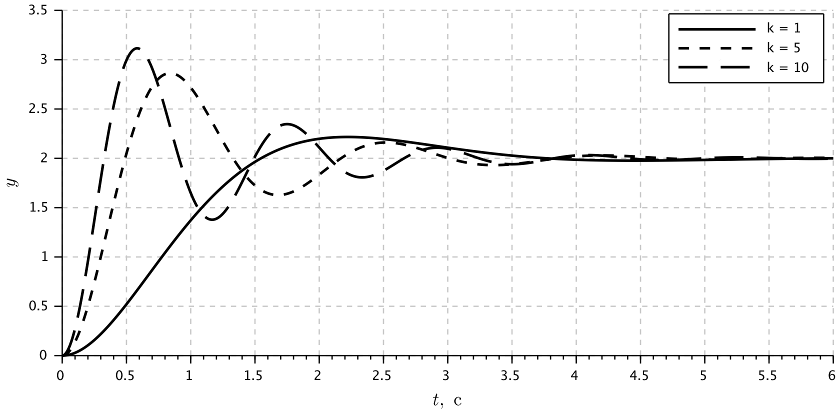


Рис. 6: Графики при различных k.

Исследование режима движения с постоянной скростью: $g(t) = 4t$. На рисунках 7 и 8 представлены диаграмма модели и соответственно полученные графики при различных k.

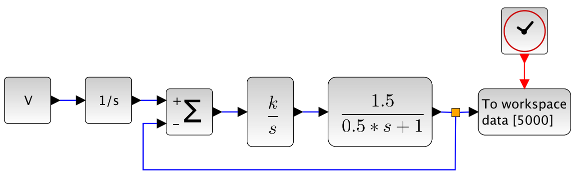


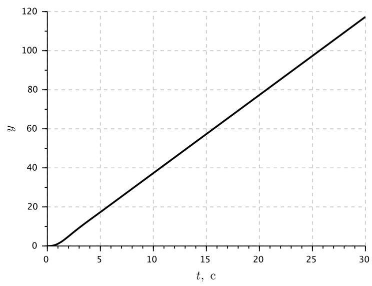
Рис. 7: Схема моделирования.

Передаточная функция ошибки представлена в выражении (3). Предельное значение ошибки можно записать уравнением:

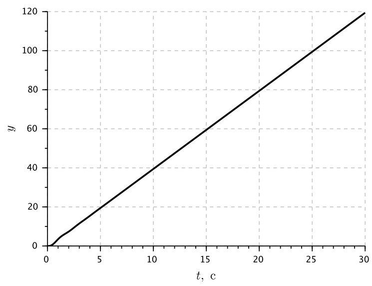
$$\varepsilon = \lim_{s \to 0} \Phi_e(s) \frac{4}{s} = \frac{8}{3k} \tag{4}$$

Теперь можем получить прдельные значения ошибки при различных k:

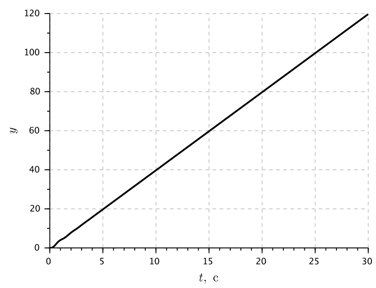
$$\varepsilon|_{k=1} \approx 2.67 \qquad \varepsilon|_{k=5} \approx 0.53 \qquad \varepsilon|_{k=10} \approx 0.27$$



(a) k = 1



(b) k = 5



(c) k = 10

Рис. 8: Графики при различных k.

Исследование движения с постоянным ускорением: $g(t) = 0.2t^2$**.** На рисунках 9 и 10 представлены диаграмма модели и соответственно полученные графики при различных k.

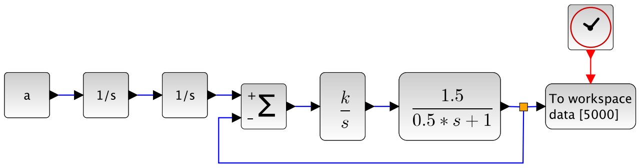
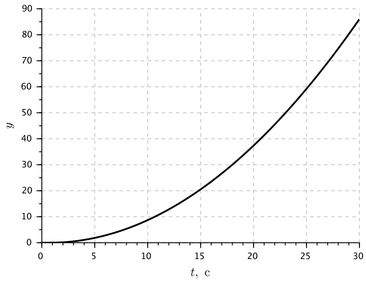
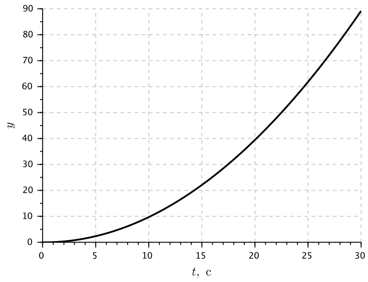


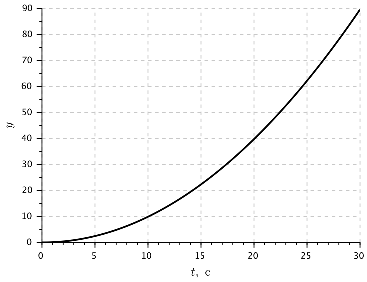
Рис. 9: Схема моделирования.



(a) k = 1



(b) k = 5



(c) k = 10

Рис. 10: Графики при различных k.

Исследование влияния внешних возмущений.

На рисунках 11 и 12 представлены диаграмма модели и соответственно полученные графики при различных значениях шумов f_1 и f_2.

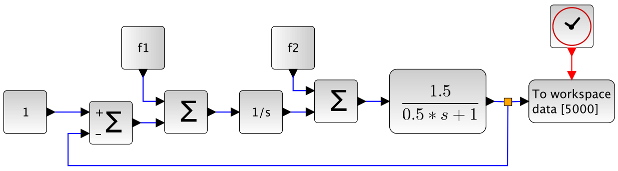


Рис. 11: Схема моделирования.

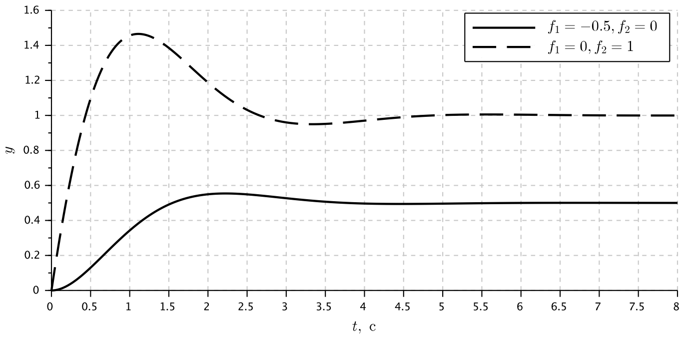


Рис. 12: Графики при различных значениях шумов.

Функция ошибки в оператоном виде выглядить следущим образом:

$$e(s) = \frac{g(0.5s^2 + s) - 1.5f_1 - 1.5f_2 s}{0.5s^2 + s + 1.5} \tag{5}$$

Итак, при g = 2 можем записать выражения для предельного значения ошибки и подсчитать их значения при различных f_1 и f_2:

$$\varepsilon = \lim_{s \to 0} e(s) = -f1; \tag{6}$$

$$\varepsilon|_{f_1=-0.5, f_2=0.5} = 0.5 \qquad \varepsilon|_{f_1=0, f_2=1} = 0$$

Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии.

На рисунках 13 и 14 представлены диаграмма модели и соответственно полученные графики при различных значениях шумов f_1 и f_2.

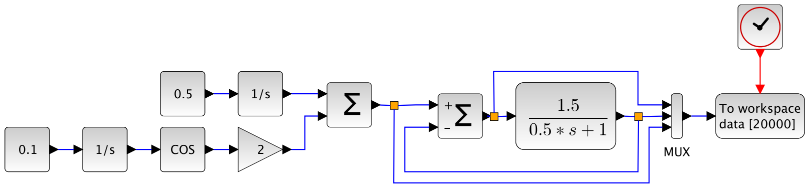


Рис. 13: Схема моделирования.

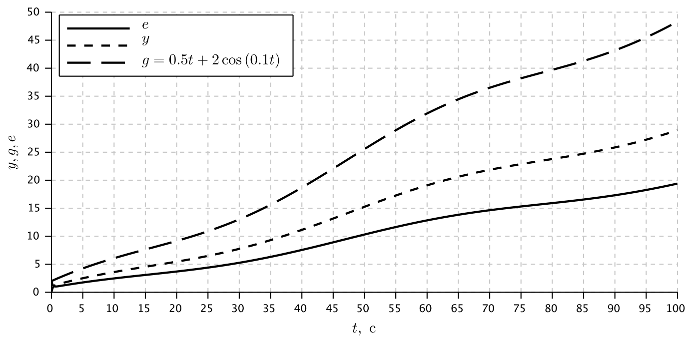


Рис. 14: Графики ошибки, выходного и входного сигнала.

Как видно из графика ошибки (рисунок 14) она представлена уравнением с постоянно возрастающей и гармонической составляющей. Ее вид можно записать следующим образом:

$$e(t) = at + b + c\sin(0.1t + \varphi_0) \tag{7}$$

Здесь $at + b$ задает уравнение прямой, и $c\sin(0.1 + \varphi_0)$ описывает гармонические колебание вдоль этой прямой. Теперь давайте найдем коэффициенты и элементы разложенной в ряд Тейлора уравнения ошибки. Само разложение (до третьего члена) выглядит следующим образом.

$$e(t) = W_e(s)|_{s\to 0}g(t) + \left.\frac{dW_e(s)}{ds}\right|_{s\to 0}\dot{g}(t) + \left.\frac{d^2W_e(s)}{ds^2}\right|_{s\to 0}\frac{\ddot{g}(t)}{2!} \tag{8}$$

Для это необходимо взять производные по задающему воздействию, а также передаточной функции ошибки. Они задаются уравнениями:

$$W_e(s) = \frac{0.5s + 1}{0.5s + 2.5} \tag{9}$$

$$g(t) = 0.5t + 2\cos(0.1t) \tag{10}$$

Производные:

$$g(t) \qquad W_e(s)|_{s\to 0} = 0.4$$

$$\dot{g}(t) = 0.5 - 0.2\sin(0.1t) \qquad \left.\frac{dW_e(s)}{ds}\right|_{s\to 0} = 0.12$$

$$\ddot{g}(t) = -0.02\cos(0.1t) \qquad \left.\frac{d^2W_e(s)}{ds^2}\right|_{s\to 0} = -0.048$$

Подставив полученные значения в уравнение (8) получим искомое выражение для ошибки.

$$e(t) = 0.2t + 0.06 + 0.80048\cos(0.1t) - 0.024\sin 0.1t \quad (11)$$

Теперь можем получить графики ошибки, разложенной в ряд и реальной.

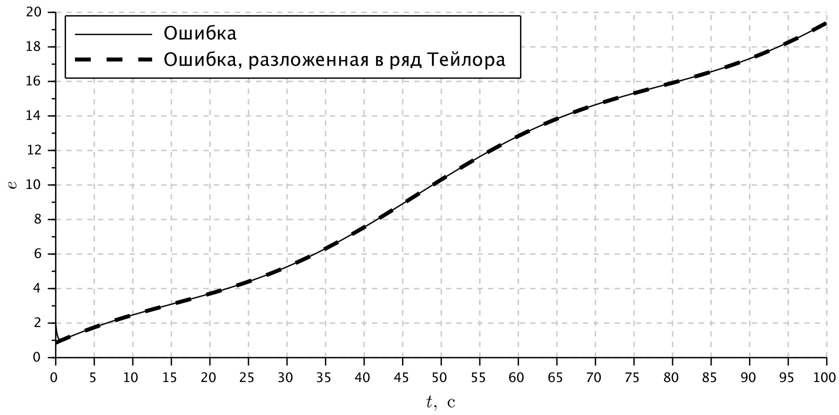


Рис. 15: Графики ошибок.

Выводы.

В данной работе мы исследновали системы с различным астатизмом, при налчии внешних возмущений и при произвольно входном воздействии. Получили значения и выражение для предельного значения установившейся ошибки и построили графики переходной характеристики.

При исследовании стационарного режима работы, убедились в том, что при g = A, и увеличении коэффициента усиления k ошибка стремиться к нулю. Убедились в том, что при увеличении прядка астатизма, ошибка, при статическом вохдном возвдействии ошибка равна нулю. Внешние возмущения могут оказвать довольно сильное влияние - изменение выходного сигнала в 2 раза, сильное перерегулироване.