

Цель работы

Исследование свойств систем управления.

Исходные данные

Система с астатизмом нулевого порядка:

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

$$g = A = 2$$

$$g = Vt = 2t$$

Система с астатизмом первого порядка:

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

$$g = at^2/2 = 0.5t^2$$

Вариант схемы: в)

$$f_1 = 2$$

$$f_2 = 0.5$$

1 Исследование системы с астатизмом нулевого порядка

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

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

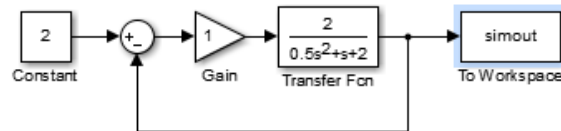


Рис. 1: Схема моделирования системы с астатизмом нулевого порядка

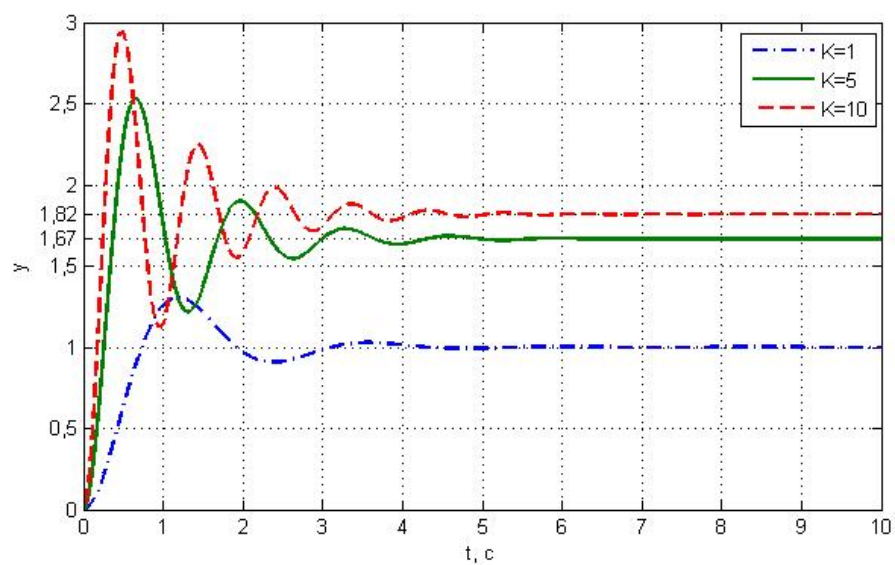


Рис. 2: Графики переходных процессов в стационарном режиме работы при различных K

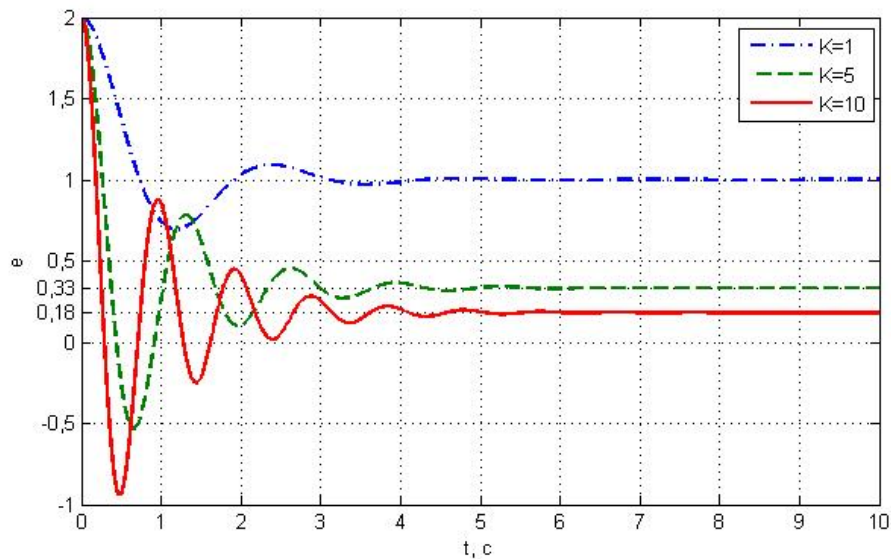


Рис. 3: Графики ошибки в системе в стационарном режиме при различных K

Аналитический расчет установившихся значений ошибки:

$$\varepsilon = \frac{A}{1+k} = \frac{2}{1+1} = 1$$

$$\varepsilon = \frac{A}{1+k} = \frac{2}{1+5} = 0.33$$

$$\varepsilon = \frac{A}{1+k} = \frac{2}{1+10} = 0.18$$

1.2 Исследование режима работы с постоянной скоростью: $g(t) = 2t$

На рисунке 3 представлен график переходного процесса при различных K . На рисунке 4 - график ошибки при различных значениях K .

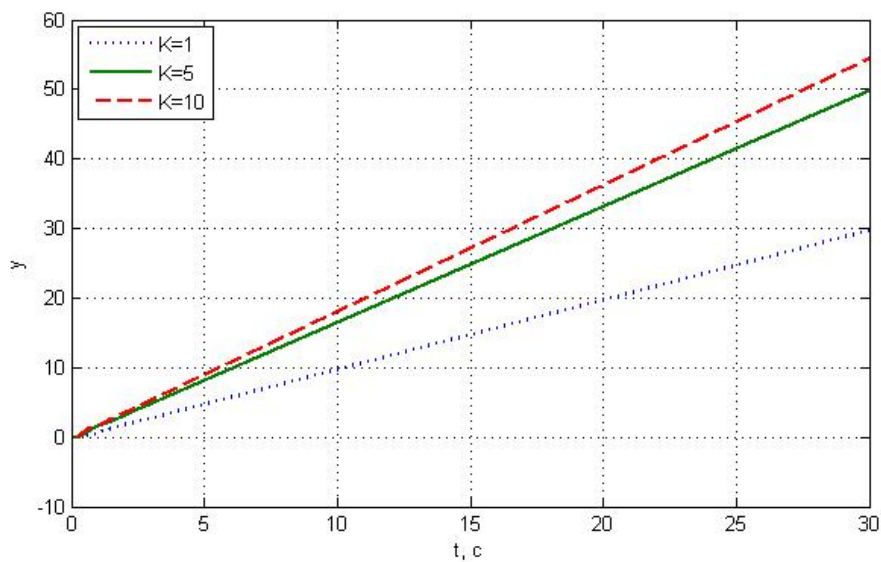


Рис. 4: Графики переходных процессов в режиме с постоянной скоростью при различных K

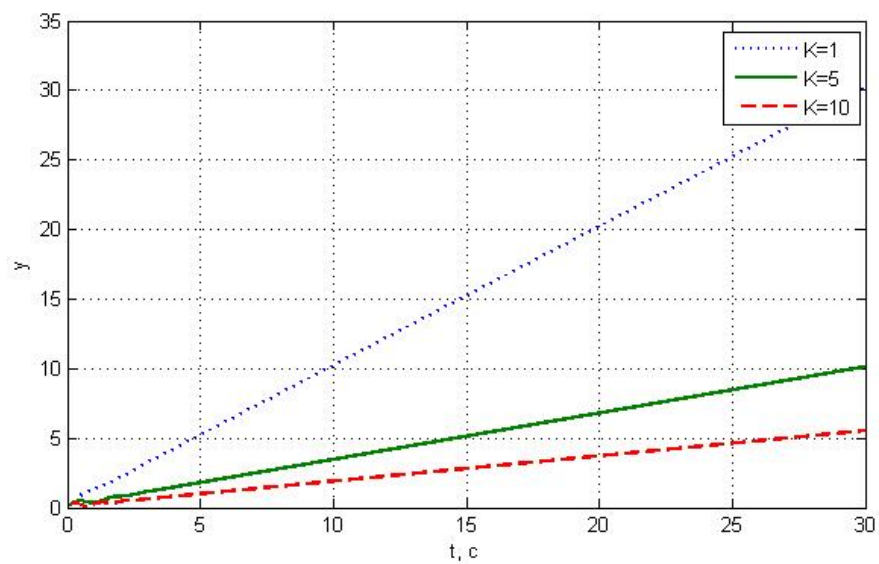


Рис. 5: Графики ошибки системы в режиме работы с постоянной скоростью при различных K

Аналитический расчет установившихся значений ошибки:

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

Во всех случаях $\varepsilon \rightarrow \infty$

2 Исследование системы с астатизмом первого порядка

2.1 Исследование стационарного режима работы: $g(t) = 2$

На рисунке 6 представлена схема моделирования системы. На рисунках 7 и 8 - графики переходных процессов и ошибки при различных K , соответственно.

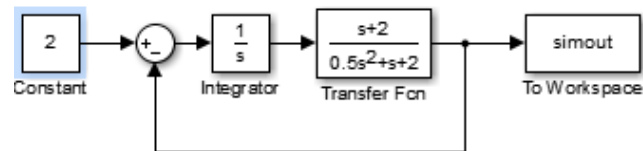


Рис. 6: Схема моделирования системы с астатизмом первого порядка

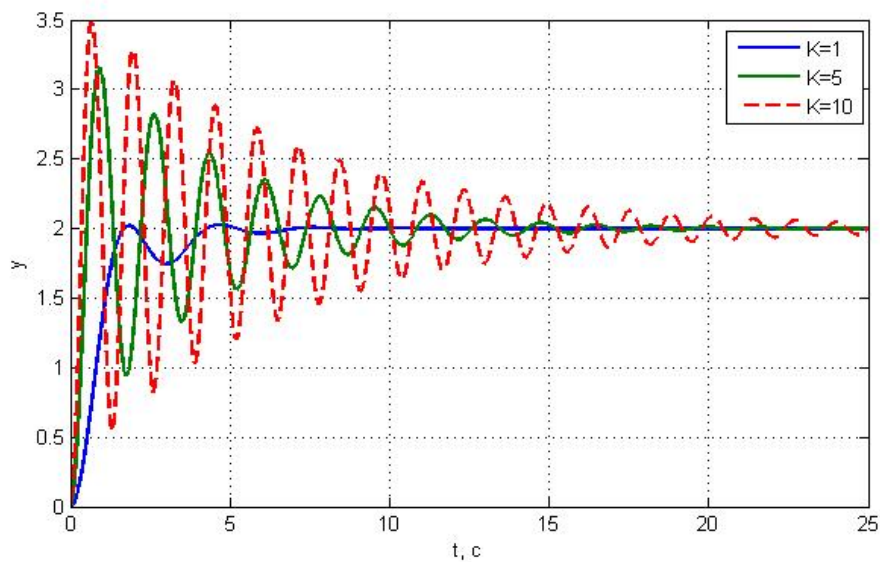


Рис. 7: Графики переходных процессов в стационарном режиме при различных K

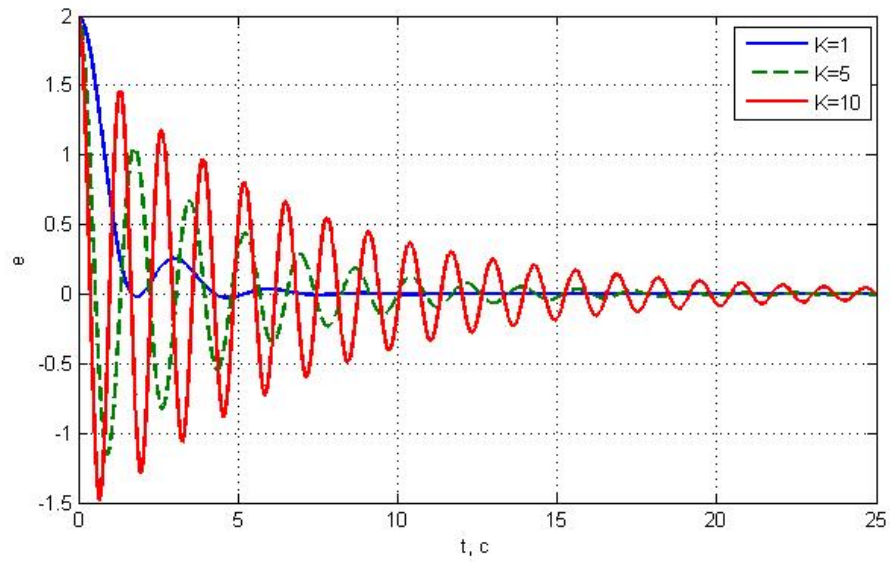


Рис. 8: Графики ошибки системы в стационарном режиме при различных К

Аналитический расчет установившихся значений ошибки:

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

2.2 Исследование режима движения с постоянной скоростью: $g(t) = 2t$

На рисунках 9 и 10 представлены графики переходных процессов и ошибки соответственно.

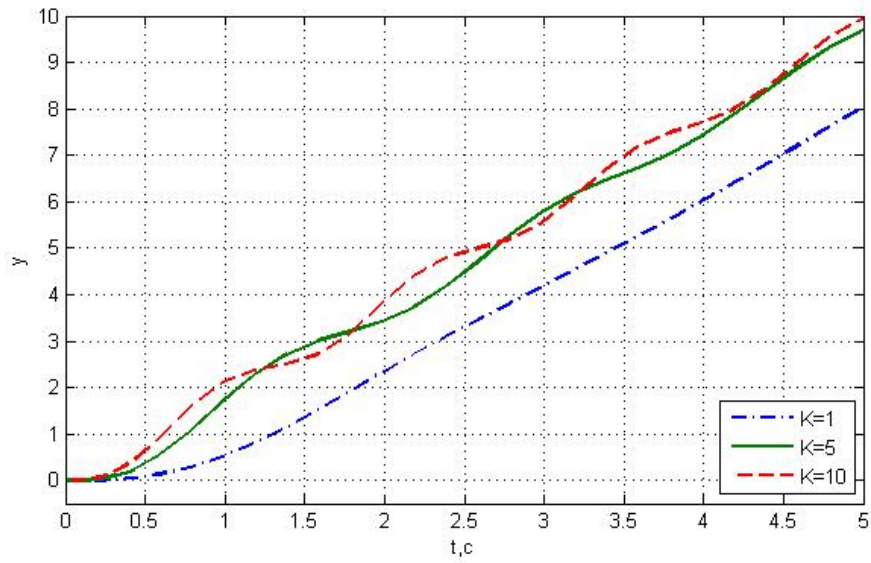


Рис. 9: Графики переходных процессов при движении с постоянной скоростью при различных K

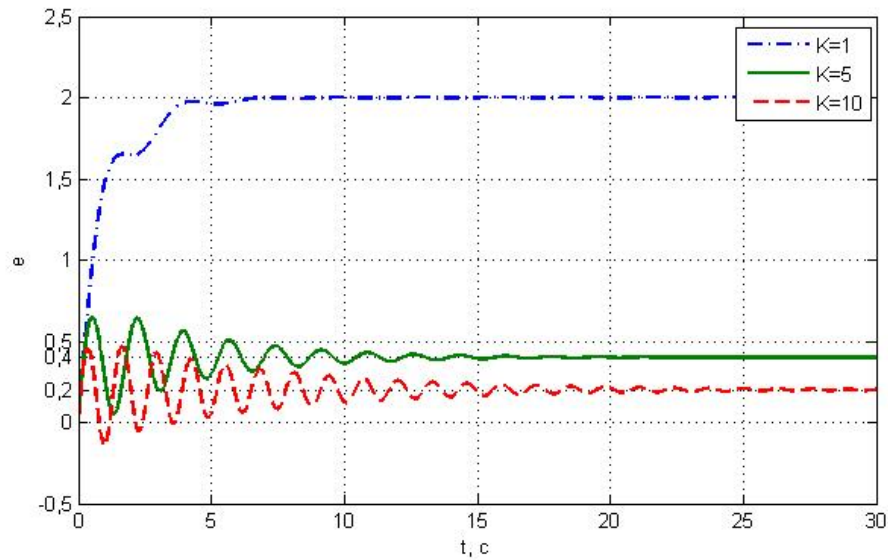


Рис. 10: Графики ошибки в режиме работы с постоянной скоростью при различных K

Аналитическое подтверждение полученных результатов:

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

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \left(\frac{1}{1+W(s)} \right) \left(\frac{V}{s^2} \right) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{V}{s} \right) \left(\frac{s}{s+k} \right) = 2/5 = 0.4$$

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} s \left(\frac{1}{1+W(s)} \right) \left(\frac{V}{s^2} \right) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{V}{s} \right) \left(\frac{s}{s+k} \right) = 2/10 = 0.2$$

2.3 Исследование движения с постоянным ускорением: $g(t) = 0.5t^2$

На рисунках 11 и 12 представлены графики переходных процессов и ошибки при движении с постоянным ускорением.

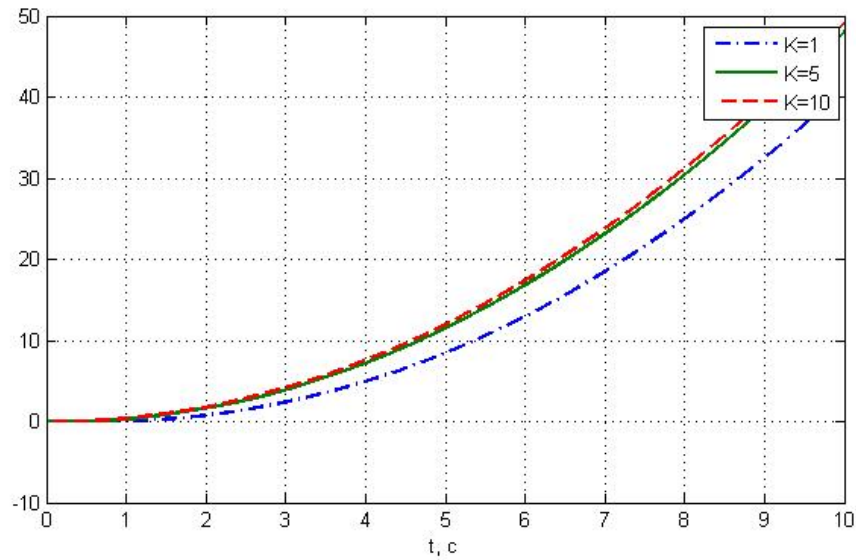


Рис. 11: Графики переходных процессов при движении с постоянным ускорением для различных K

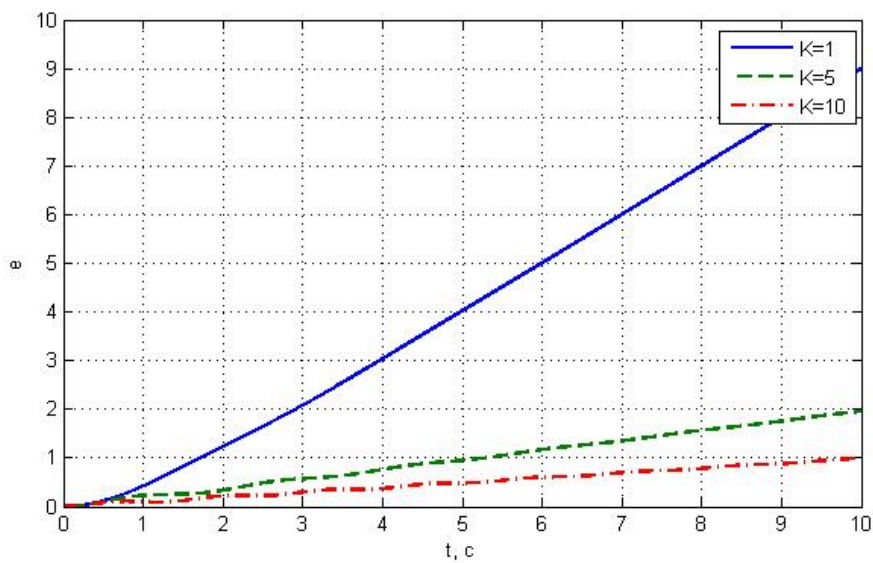


Рис. 12: Графики ошибки при движении с постоянным ускорением для различных K

3 Исследование влияния внешних возмущений

На рисунке 13 представлена схема моделирования системы. На рисунка 14 и 15 - графики переходных процессов и ошибки для различных значений f_1 и f_2 .

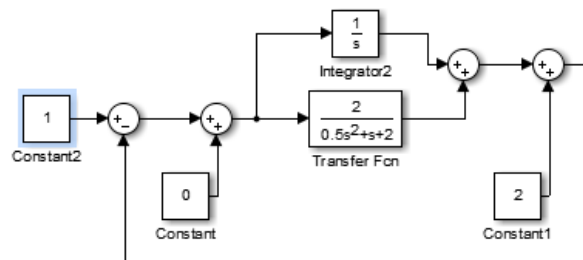


Рис. 13: Схема моделирования системы с внешними воздействиями

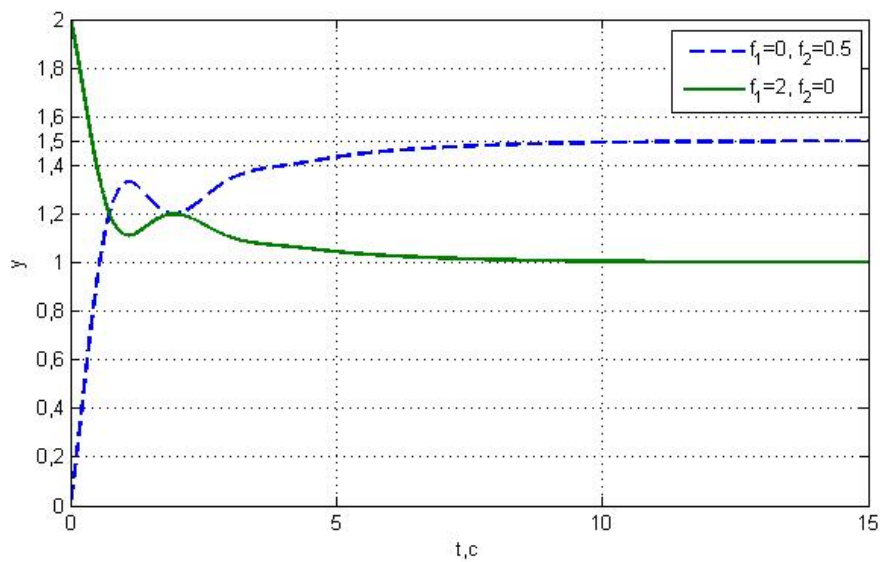


Рис. 14: Графики переходных процессов при различных значениях шумов

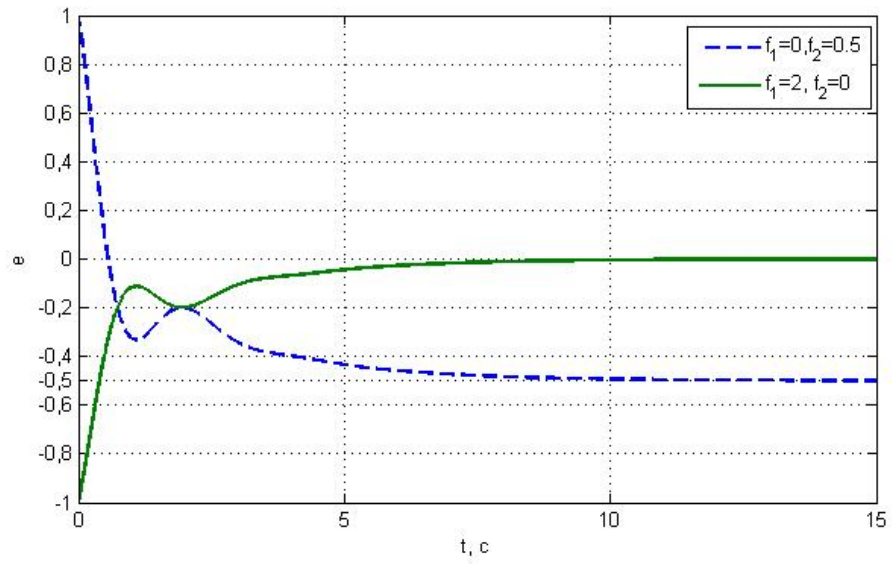


Рис. 15: Графики ошибки при различных значениях шумов

Предельное значение установившейся ошибки $\varepsilon = -0.5$

Расчет значения аналитически:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} \left(-s \left(\frac{sW(s)}{s+W(s)} \right) \left(\frac{F1}{s} \right) + s \left(\frac{sW(s)}{s+W(s)} \right) \left(\frac{F2}{s} \right) \right) = -0.5$$

4 Исследование установившейся ошибки при произвольном входном воздействии

На рисунке 16 представлена схема моделирования системы. На рисунке 17 график переходного процесса при произвольном входном воздействии $2 + 0.1t^2$.

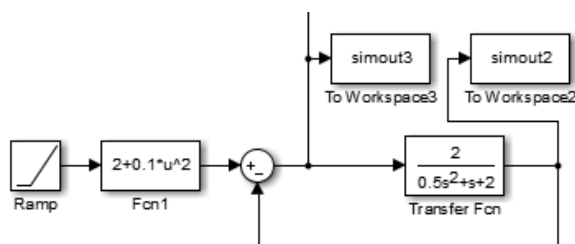


Рис. 16: Схема моделирования системы с произвольным входным воздействием

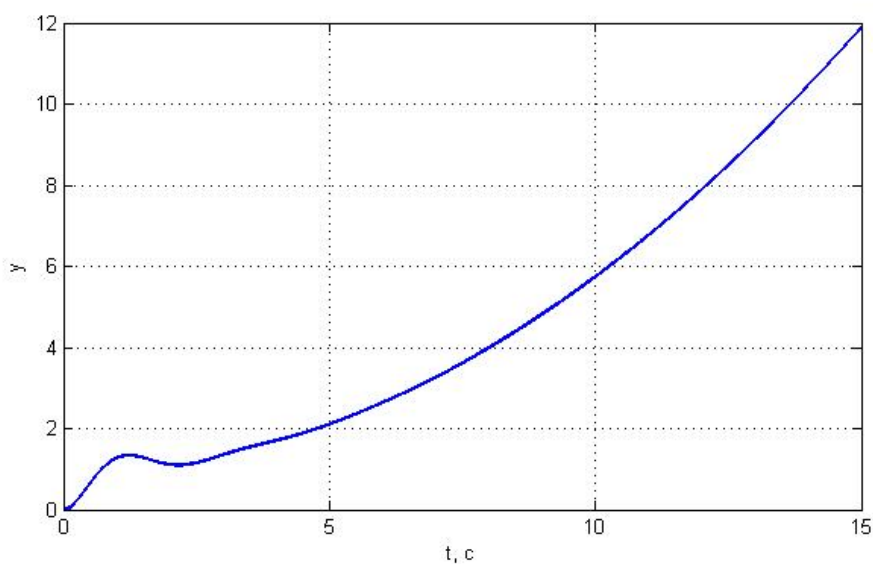


Рис. 17: График переходного процесса при произвольном входном воздействии

Ошибка рассчитывается по формуле: $e(t) = c_0 g(t) + c_1 \frac{d}{dt} g(t) + \frac{c_2 d^2}{dt^2} g(t)$

Где

$$c_0 = (s)|_{s=0} = 0.5$$

$$c_1 = \frac{d\Phi(s)}{ds}|_{s=0} = 0.125$$

$$c_2 = \frac{d^2\Phi(s)}{ds^2}|_{s=0} = 0.0625$$

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

В итоге: $e(t) = 1 + 0.05t^2 + 0.025t$

На рисунке 18 сопоставляется рассчитанная ошибка и ошибка полученная моделированием.

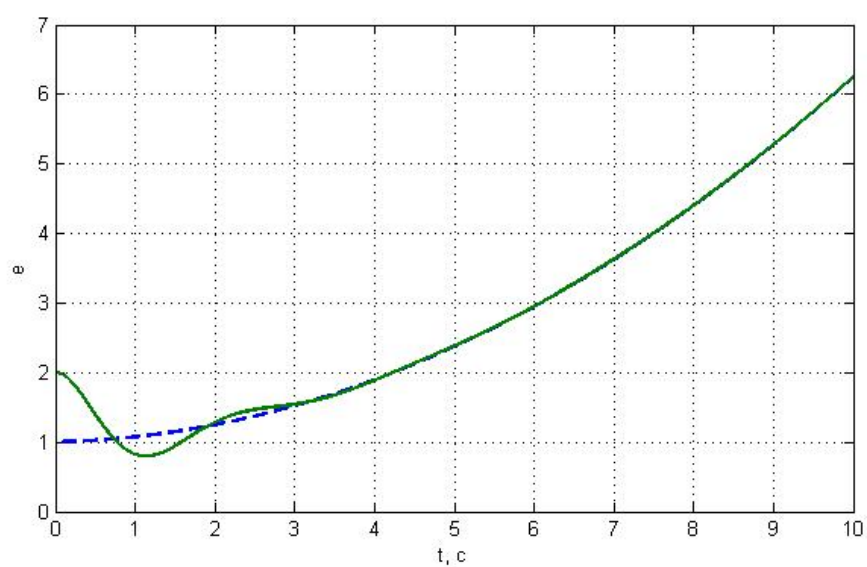


Рис. 18: Графики ошибок полученных аналитически и моделированием

Выводы

В данной работе были исследованы системы с нулевым и первым порядками астатизма. При моделировании систем, при различном входном воздействии и коэффициенте усиления были получены графики переходных процессов и ошибки. Аналитические значения были подтверждены путем моделирования.

При исследовании системы с астатизмом нулевого порядка, в стационарном режиме работы было получено, что при увеличении коэффициента усиления, ошибка стремится к нулю. При постоянном ускорении-бесконечна.

В системе с астатизмом второго порядка ошибка при статическом воздействии - нулевая, а при линейном - конечная. Отсюда можно сделать вывод, что при увеличении порядка астатизма ошибка уменьшается.

Была высчитана ошибка при произвольном входном воздействии. График полученный моделированием и график полученный аналитически совпали.