

## 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 представлены графики переходных процессов и ошибки соответственно при различных  $H(s) = K$ .

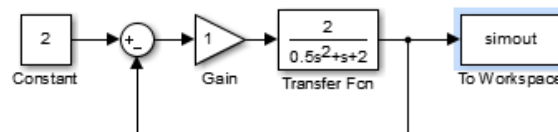


Рис. 1: Схема моделирования

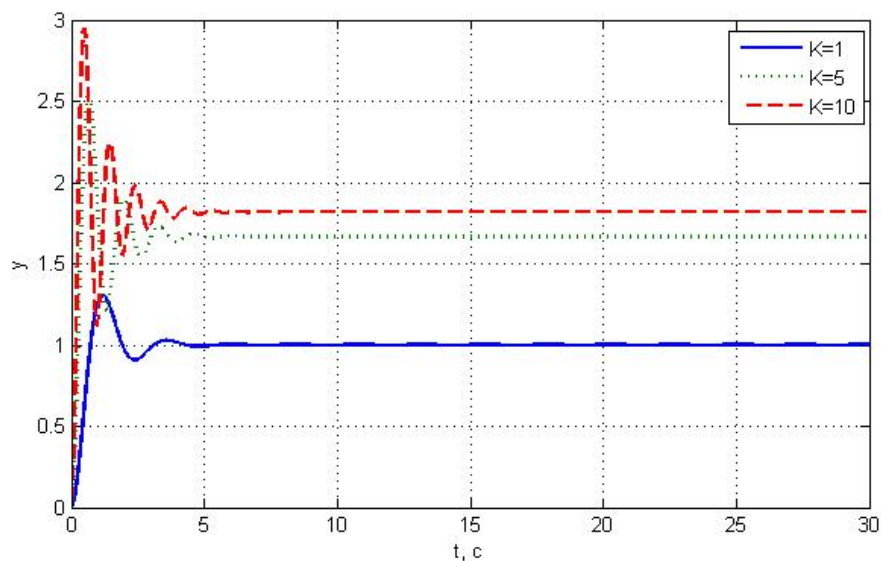


Рис. 2: Графики при различных K

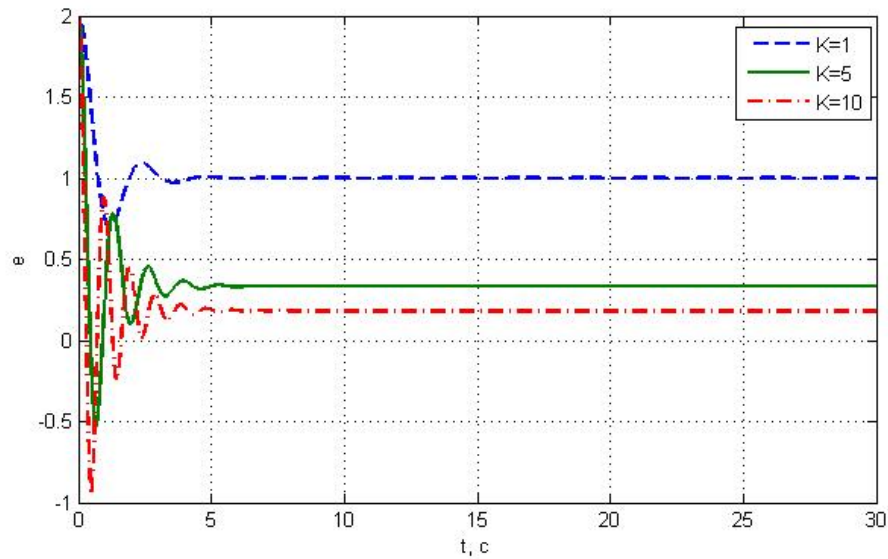


Рис. 3: Графики ошибки при различных  $K$

Аналитическое подтверждение полученных результатов:

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

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

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

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

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

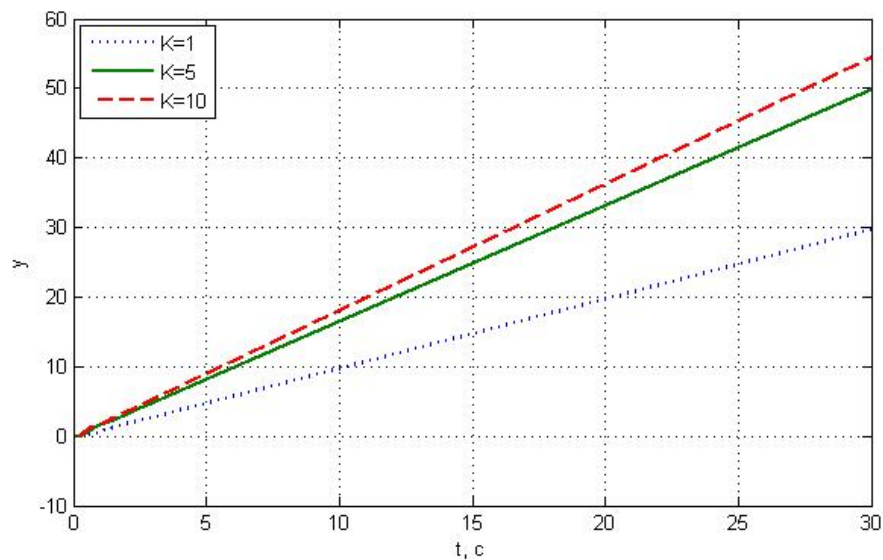


Рис. 4: Графики при различных  $K$

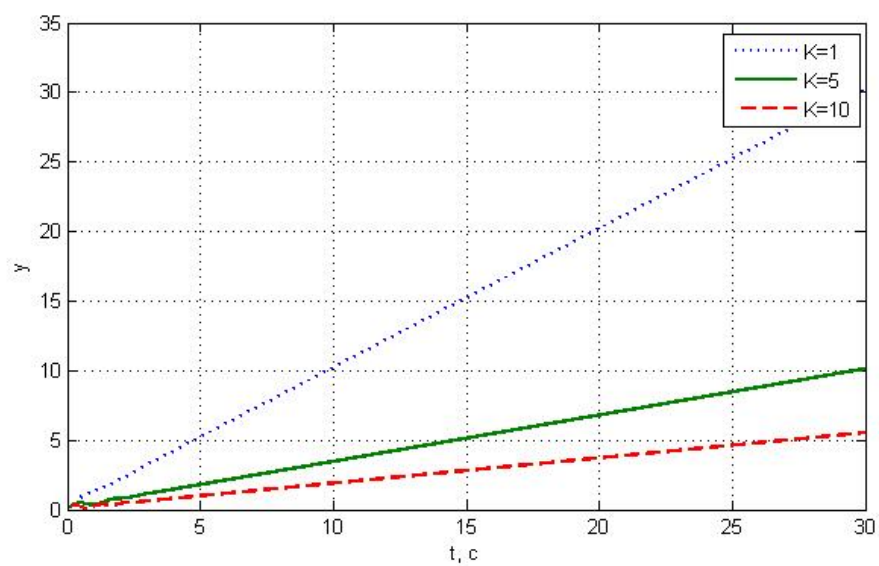


Рис. 5: Графики ошибки при различных K

Аналитическое подтверждение полученных результатов:

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

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 предствалены графики переходных процессов и ошибки при различных  $K$ , соответственно.

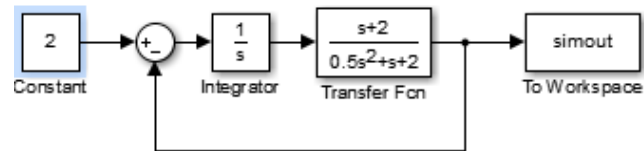


Рис. 6: Схема моделирования

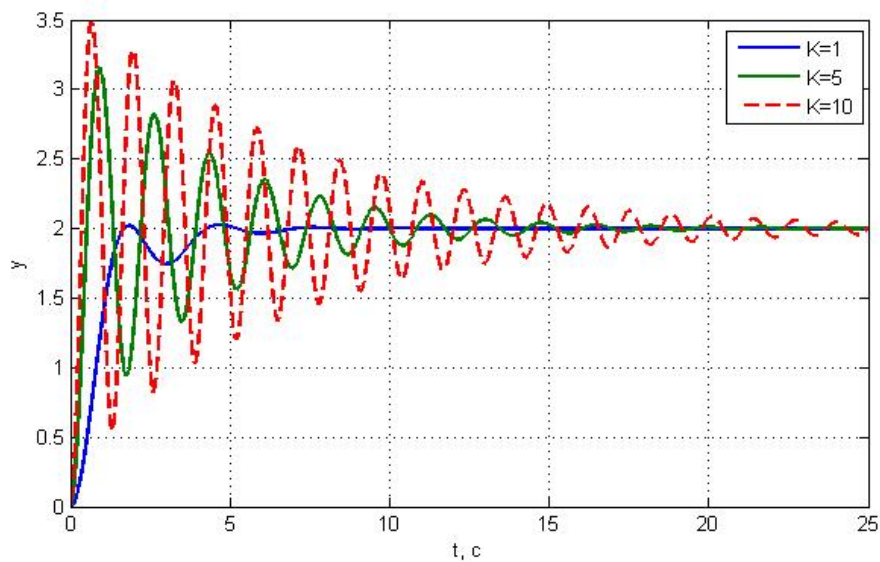


Рис. 7: Графики при различных  $K$

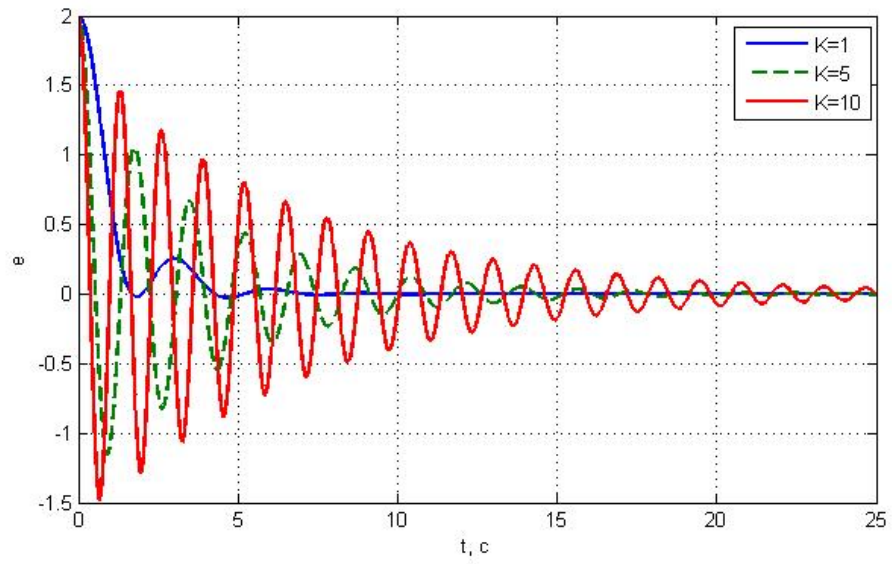


Рис. 8: Графики ошибки при различных К

Аналитическое подтверждение полученных результатов:

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

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

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

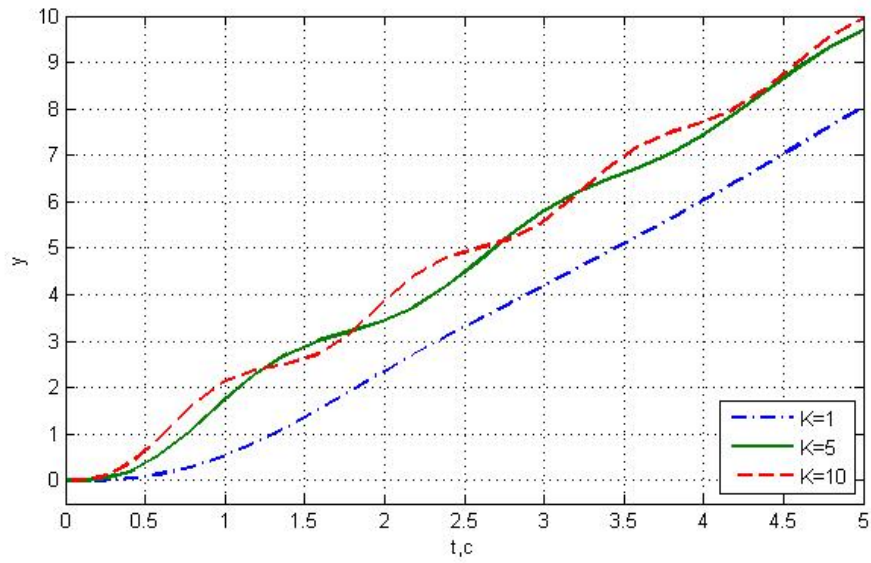


Рис. 9: Графики при различных  $K$

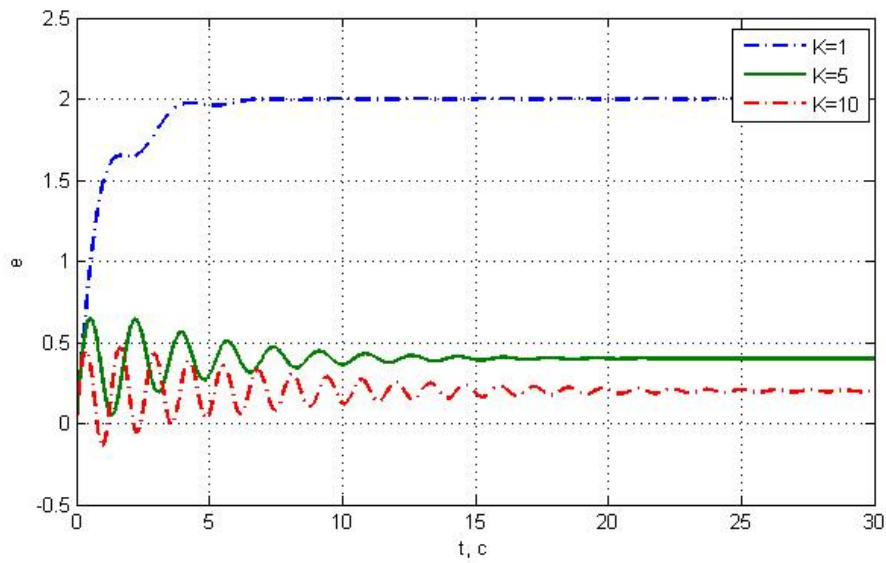


Рис. 10: Графики ошибки при различных  $K$

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.

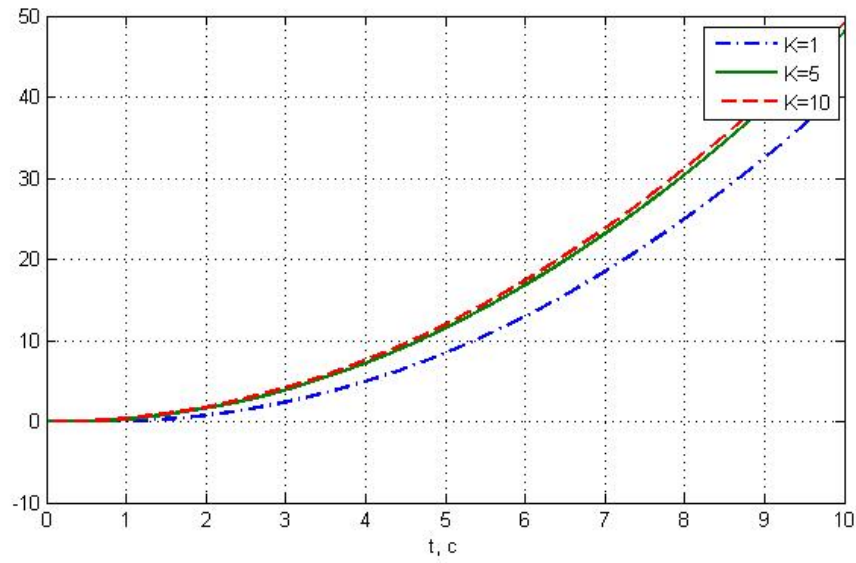


Рис. 11: Графики при различных  $K$

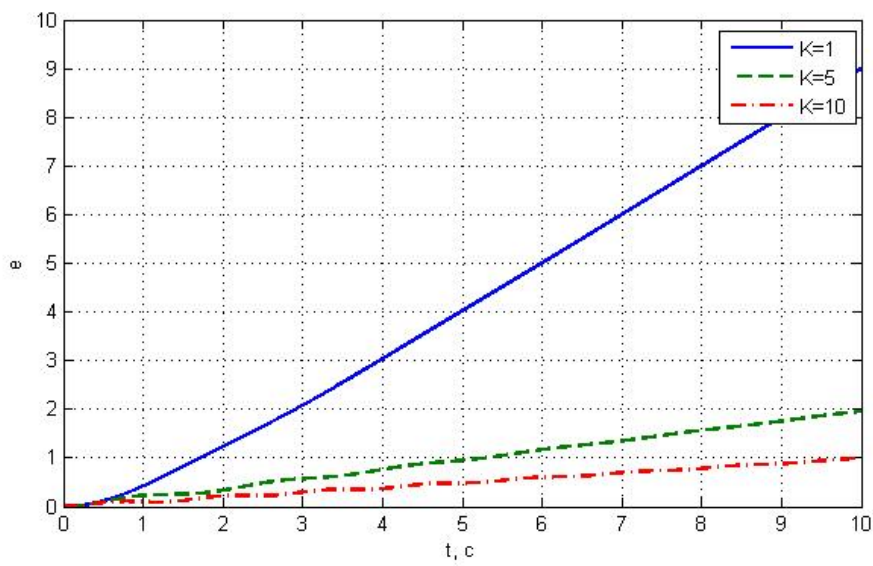


Рис. 12: Графики ошибки при различных  $K$

### 3 Исследование влияния внешних возмущений

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

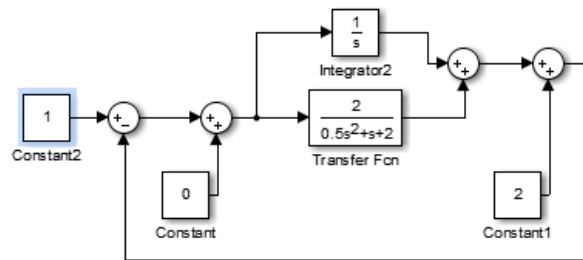


Рис. 13: Схема моделирования

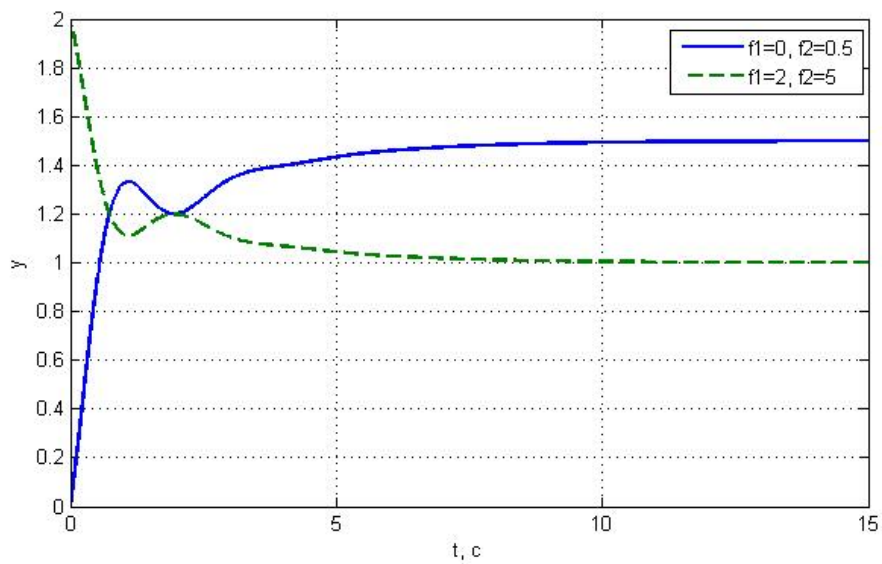


Рис. 14: Графики при различных значениях шумов



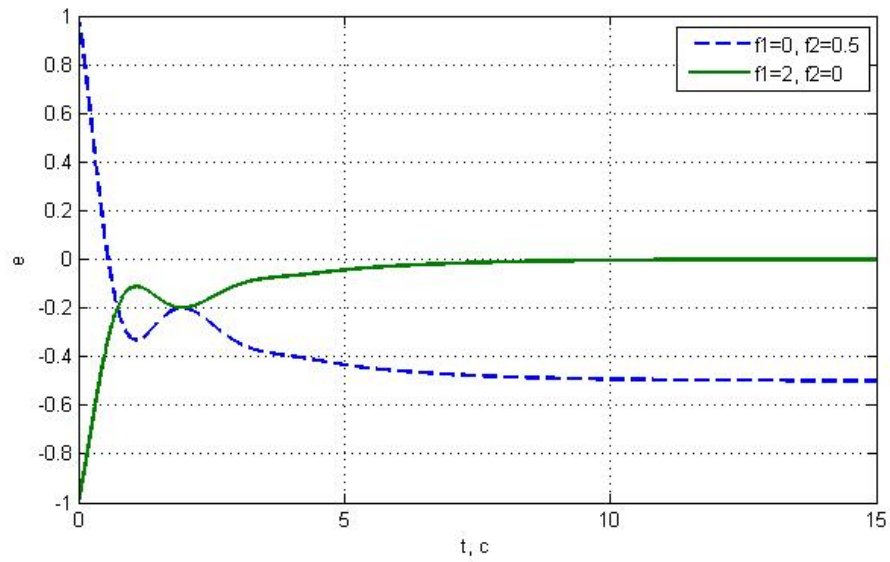


Рис. 15: Графики ошибки при различных значениях шумов

Предельное значение установившейся ошибки  $\varepsilon = -0.5$

Это значение подтверждается аналитическим расчетом:

$$\varepsilon = \lim_{s \rightarrow 0} \left( -s \left( \frac{sW(s)}{s+W(s)} \right) \left( \frac{F_1}{s} \right) + s \left( \frac{sW(s)}{s+W(s)} \right) \left( \frac{F_2}{s} \right) \right) = -0.5$$

#### 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  $2 + 0.1t^2$ .

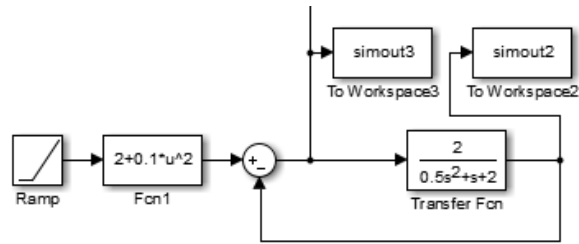


Рис. 16: Схема моделирования

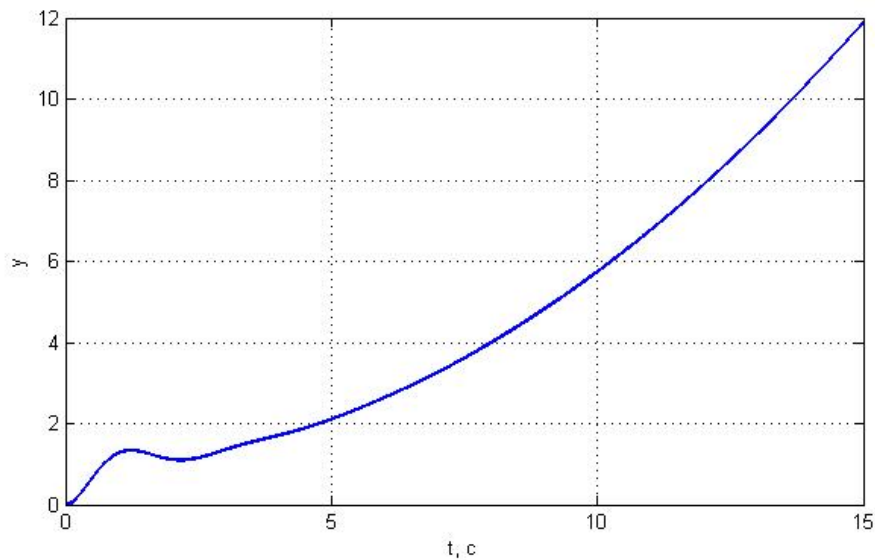


Рис. 17: График переходного процесса при произвольном входном воздействии

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.

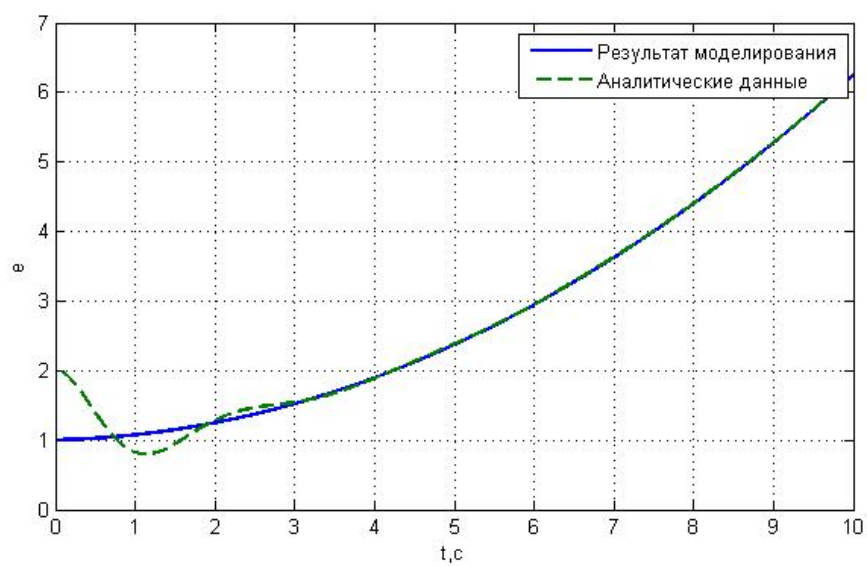


Рис. 18: Графики ошибок

## Выводы

В данной работе были исследованы системы с нулевым и первым порядком астатизма. При моделировании систем при различном входном воздействии и различном коэффициенте усиления были получены графики переходных процессов и графики ошибки. Полученные значения были подтверждены аналитически.

При исследовании системы с астатизмом нулевого порядка при 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. Графики полученные моделированием и график полученный аналитически совпали.