

МГТУ им. Н. Э. Баумана.
Кафедра “Прикладная механика”



Лабораторная работа №1 по курсу

“Управление в технических системах”

«Определение параметров простейших звеньев САР по характеристикам переходных процессов»

Студент: _____

Группа: РК5-_____

Преподаватель: Наумов А.М.

2010 г.

Теоретическая часть

Общие сведения

Общая блок-схема системы автоматического регулирования представлена на рис. 1.1.



Рис. 1.1

В качестве регулируемого объекта может быть паровая или газовая турбина, ресивер, нагревательная печь испытательной машины, резервуар, двигатель внутреннего сгорания и т.д. Одной из основных частей САР является регулятор – устройство, которое воспринимает отклонение параметров регулируемого устройства от заданной величины и вырабатывает воздействие, ограничивающее это отклонение. Простейший из наиболее простых регуляторов – поплавковый.

Если свойства элементов системы заданы уравнениями движения, исходная для последующих расчётов – передаточная функция системы, т.е. выражение, связывающее выход системы со входом. Передаточная функция термомпары как звена первого порядка:

$$W(s) = \frac{K}{TS + 1},$$

где $s = \frac{d}{dt}$ - оператор Лапласа.

Передаточная функция поплавкового регулятора - звена нулевого порядка:

$$W(s) = \frac{y(s)}{x(s)} = K$$

Для получения необходимых качеств переходных процессов в САР вводят различного типа гасители. В механических системах чаще всего используют демпфер вязкого трения – гидравлический демпфер.

Из уравнения динамического равновесия имеем:

$$m\ddot{x} = F - F_d = F - \alpha\dot{x}.$$

Передаточная функция для него будет иметь вид:

$$W(S) = \frac{x(S)}{F(S)} = \frac{1}{S(Sm + \alpha)} = \frac{K}{S(TS + 1)},$$

где $K = \frac{1}{\alpha}$, $T = \frac{m}{\alpha}$.

Если можно пренебречь массой m , то получим $W(S) = \frac{K}{S}$, т.е. передаточную функцию интегрирующего звена.

Наибольшее распространение для практических целей получили демпферы, работающие параллельно или последовательно с другой связью (амортизатором). Движение гидравлического демпфера с пружиной описывается уравнением вида:

$$W(S) = \frac{x(S)}{F(S)} = \frac{K}{T_1^2 S^2 + T_2 S + 1},$$

где $T_1^2 = \frac{m}{c}$, $T_2 = \frac{\alpha}{c}$, $K = \frac{1}{c}$. Это выражение описывает передаточную функцию звена второго порядка – колебательное звено.

Определение параметров звеньев по графикам переходных процессов

- Интегрирующее звено: коэффициент усиления K определяется как тангенс угла наклона прямой переходного процесса.
- Инерционное звено: коэффициент усиления K определяется как величина установившегося значения $e(\infty)$, постоянная времени T равна подкасательной к кривой на установившемся значении (см. рис 1.2).

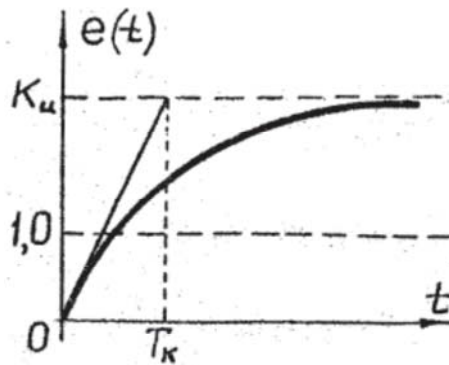


Рис. 1.2

- Колебательное звено: коэффициент усиления K определяется как величина установившегося значения $x(\infty)$, постоянная времени T и относительное демпфирование b определяются

$$\sigma = \frac{x_{max} - x(\infty)}{x(\infty)}$$

исходя из значений коэффициента перерегулирования σ и величины t_0 , которая определяется временем первого пересечения функции и прямой $x(\infty)$ (см. рис. 1.3). Зная σ можно, пользуясь таблицей определить величину ξ , после чего определить T и b , пользуясь формулами:

$$T = \frac{t_0 \sqrt{4\xi^2 - 1}}{2\xi(\pi - \arctg \sqrt{4\xi^2 - 1})}$$

$$b = \frac{1}{2\xi}$$

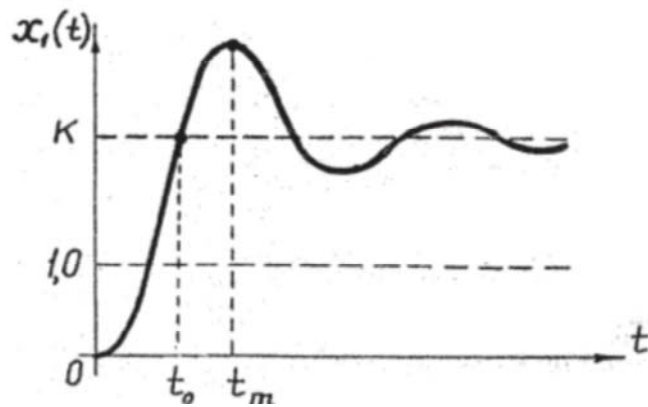


Рис. 1.3

Практическая часть

Идентификация звеньев САР

По предложенным графикам были определены следующие простейшие звенья САР.

Усилительное звено:

$$W(s) = K,$$

где коэффициент усиления: $K = 1.8$.

Интегрирующее звено:

$$W(s) = \frac{K}{s},$$

где коэффициент усиления: $K = 1333$.

Инерционное звено:

$$W(s) = \frac{K}{Ts + 1},$$

где коэффициент усиления: $K = 3$

постоянная времени: $T = 0.3$.

Колебательное звено:

$$W(s) = \frac{K}{T^2 s^2 + 2bTs + 1},$$

где коэффициент усиления: $K = 2.5$,

постоянная времени: $T = 0.15$,

относительное демпфирование: $b = 0.05$.

В соответствии с полученными параметрами, в программном комплексе МВТУ 3.7 была выполнена схема (см. рис. 2.1), численно реализующая указанные звенья.

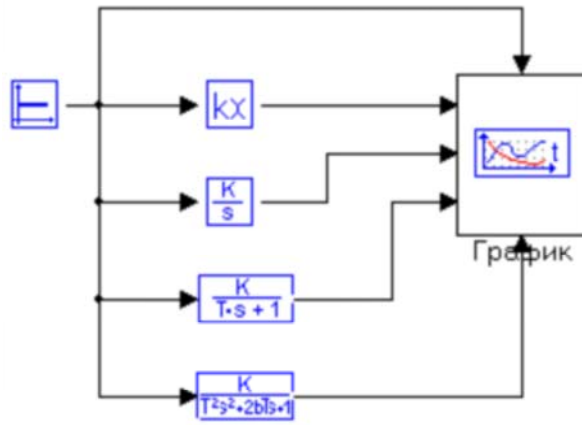


Рис. 2.1

Графики переходных процессов, полученные в процессе моделирования, представлены на рис. 2.2.

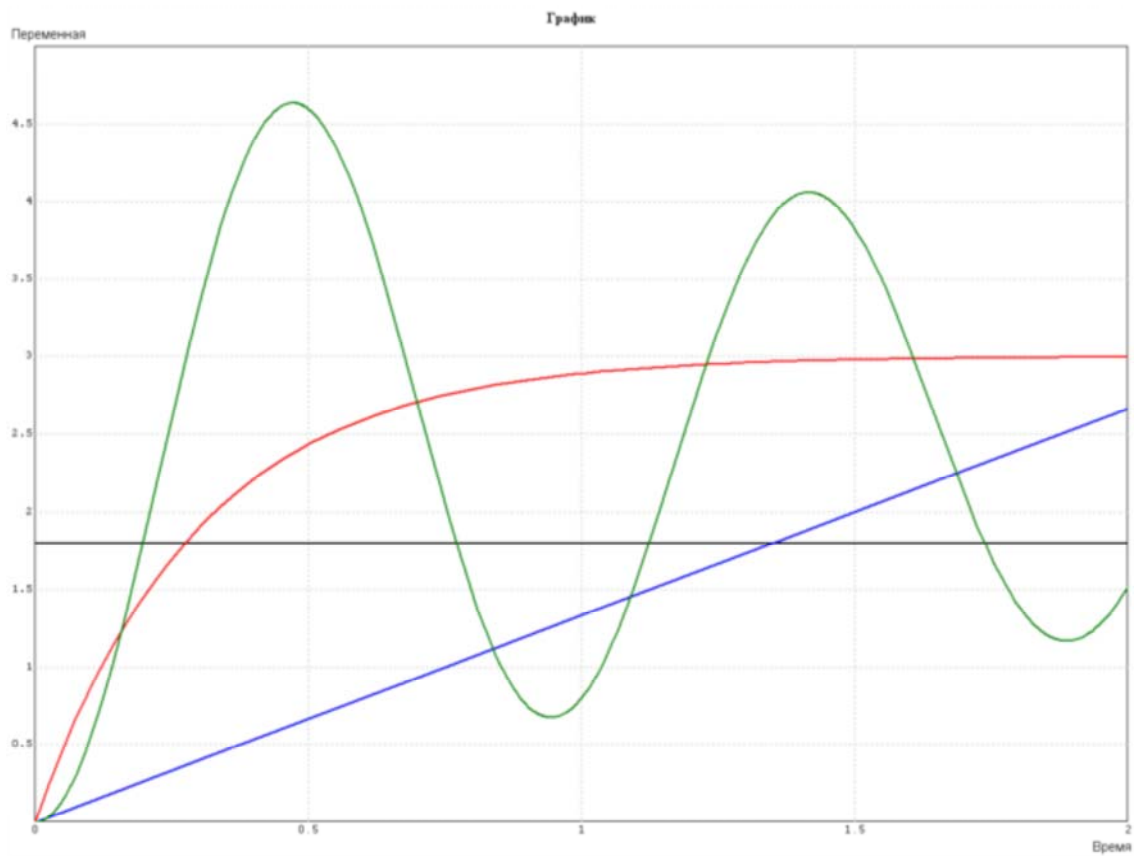


Рис. 2.2

Исследование колебательного звена

Для колебательного звена, параметры которого были определены в предыдущем пункте, было проведено исследование зависимости коэффициента уиления замкнутой системы от коэффициента передачи обратной связи исследовалось по следующей схеме:

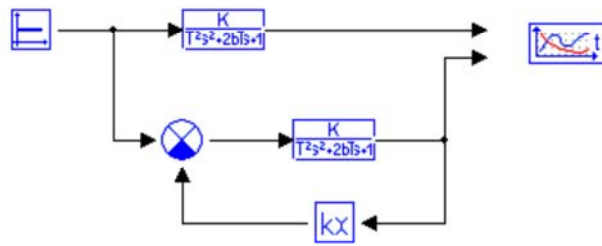


Рис. 2.3

Строя график на выходе, можно наблюдать, что при $K=0$ обратной связи, оба графика сливаются в один. При $K \neq 0$ обратной связи, графики отличаются.

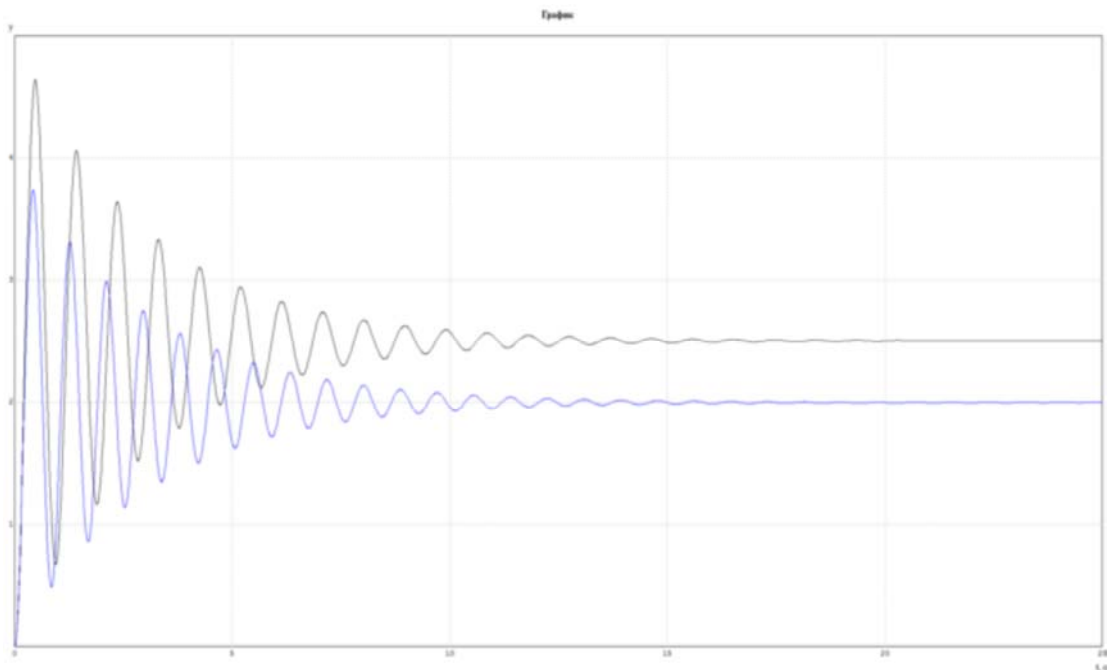


рис 2.4

Можно построить зависимость K' от K

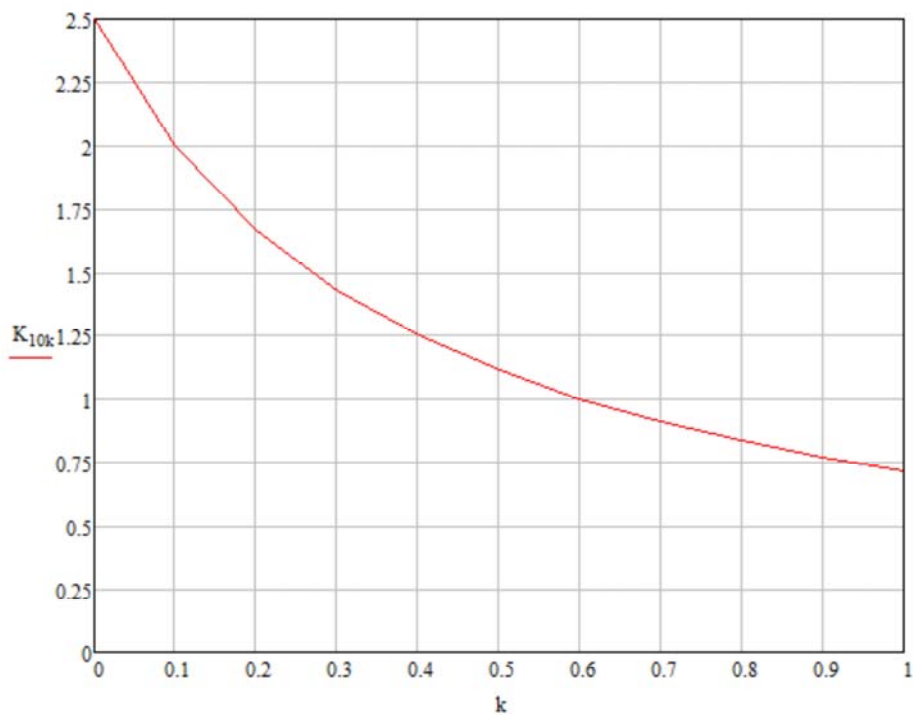


Рис. 2.5

Фазовые портреты колебательной системы

Фазовые портреты колебательной системы исследовались по схеме:

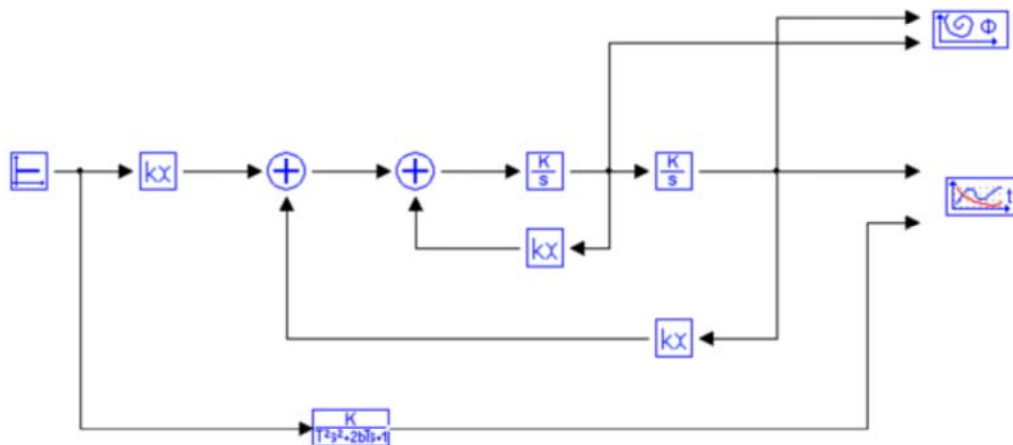


Рис. 2.6

При различных входных воздействиях и начальных условиях фазовые портреты так же различны.

При заданных входных воздействиях и нулевых начальных условиях:

$$\mathbf{k} = \mathbf{1}; \dot{\mathbf{x}}_0 = \mathbf{0}; \mathbf{x}_0 = \mathbf{0}$$

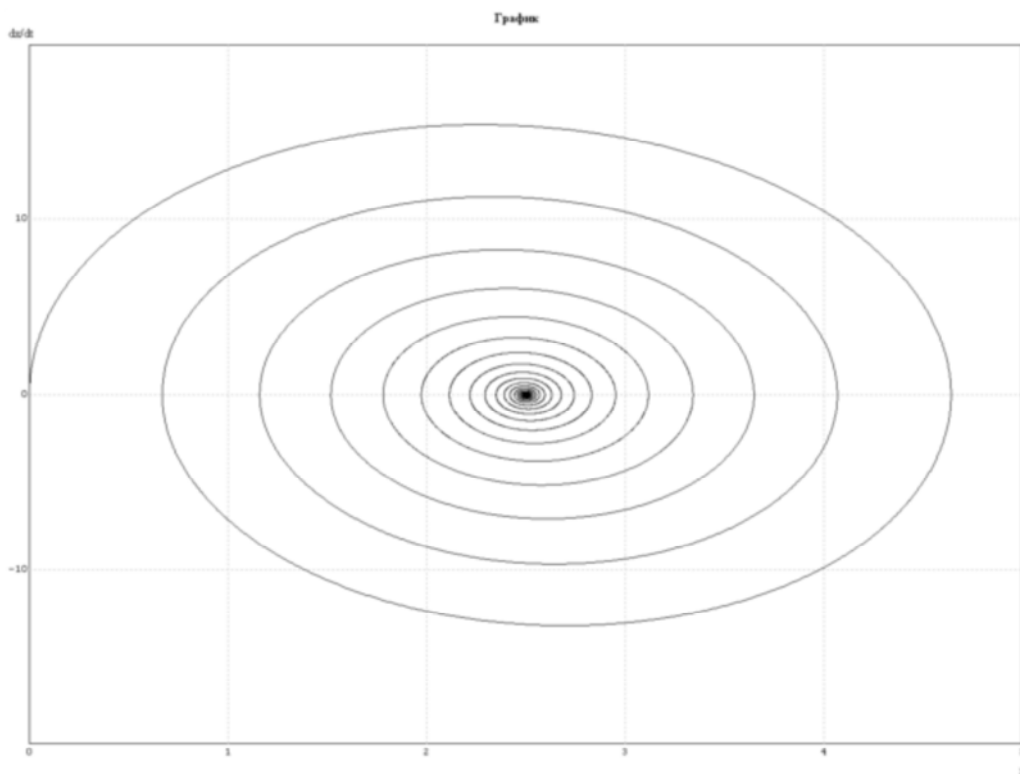


Рис. 2.7

При нулевых входных воздействиях и заданных начальных условиях:

$$\mathbf{k} = \mathbf{0}; \dot{\mathbf{x}}_0 = \mathbf{1}; \mathbf{x}_0 = \mathbf{0}$$

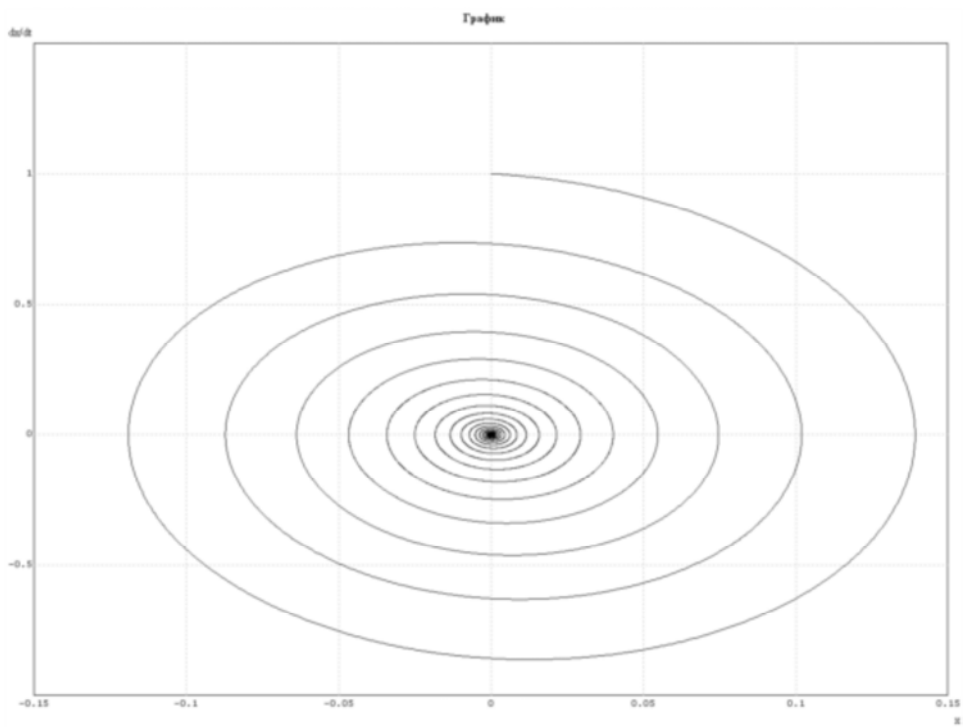


Рис. 2.8

$k = 0; x_0 = 0; x_0 = 1$

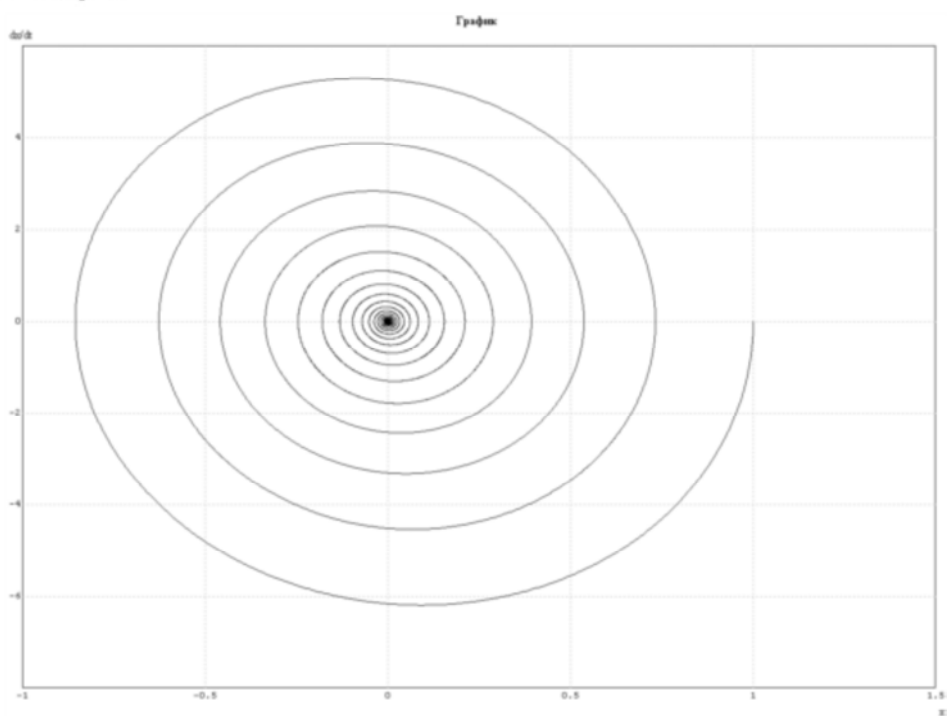


Рис. 2.9