Лабораторная работа № 1
Построение графика переходного процесса разомкнутой системы

Цель работы: получить навыки моделирования объектов с сосредоточенными параметрами и построения графиков переходных процессов.

Краткие теоретические сведения

Система – это декартово пересечение множеств (множество входных воздействий Х, и множество функций выхода У).

Основным понятием в теории автоматического управления является понятие динамической системы описываемой дифференциальными уравнениями, наличие двух видов величин связанных между собой однонаправленной связью (за исключением систем с распределенными параметрами (СРП)). Наличие таких причин наследственных связей служат основой для изображения таких динамических систем с помощью структурных схем (рис 1.1).

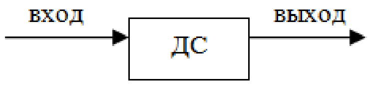

Рис. 1.1. Структурная схема динамической системы

Динамические системы могут иметь несколько входов и несколько выходов, то есть подразделяются на односвязные (один вход и выход) и многосвязные (вектор на входе и вектор на выходе). Динамическую систему, в которой протекает процесс регулирования, называют системой автоматического управления. При этом входные воздействия могут быть подразделены на два типа: управляющее воздействие $u(t)$, возмущающее воздействие $f(t)$, как правило, изменяющихся в процессе функционирования системы.

В теории автоматического управления часто используют операторную форму записи дифференциальных уравнений, при этом формально записывают:

$$\frac{d}{dt} \to p; \quad \frac{dy}{dt} \to p \cdot \bar{y}(p).$$

Положим, что имеется объект, на вход которого подается воздействие *x(t)*, и функция выхода которого *y(t)*.

Пусть функция входа и выхода связаны следующим соотношением

$$a_1 \frac{d^n x}{dt} + a_2 \frac{d^{n-1}x}{dt^{n-1}} + a_3 \frac{d^{n-2}x}{dt^{n-2}} + ... = b_1 \frac{d^m y}{dt^m} + b_2 \frac{d^{m-1}}{dt^{m-1}} + ... \qquad (1)$$

Полагая, что начальные условия нулевые, преобразуем по Лапласу уравнение (1).

$$(a_1 p^n + a_2 p^{n+1} + ...) \cdot \bar{x}(p) = (b_1 p^m + b_2 p^{m-1} +) \cdot \bar{y}(p) \qquad (2)$$

где $\bar{x}(p)$ и $\bar{y}(p)$ - преобразованные по Лапласу, при нулевых начальных условиях, функции *x(t)* и *y(t)* соответственно.

Передаточной функцией объекта называется отношение изображений по Лапласу при нулевых начальных условиях функции выхода к входному воздействию:

$$\frac{\bar{y}(p)}{\bar{x}(p)} = \frac{(b_1 p^m + b_2 p^{m-1} + ...}{a_1 p^n + a_2 p^{n-1} + ...} = W(p)$$

Числитель этой функции отражает реакцию системы на входное воздействие, а знаменатель характеризует собственное движение системы. Если собственное движение расходится, (корни знаменателя имеют положительные действительные части), то объект (система) не устойчива, следовательно, для оценки устойчивости рассматриваемых объектов необходимо проанализировать расположение корней знаменателя передаточных функций. Этот анализ может быть осуществлен с помощью различных критериев (Михайлова, Найквиста), а также с помощью функций Ляпунова.

Передаточной функцией многих объектов могут быть представлены в виде комбинаций передаточных функций элементарных стационарных звеньев.

1. Усилительное звено $W_1 = k$.

где k - заданное число (коэффициент усиления)

2. Апериодическое звено: $W_2 = \dfrac{1}{T_2 p + 1}$.

где T - заданный коэффициент (постоянная времени); p - оператор Лапласа;

3. Дифференцирующее звено $W_3 = T_3 p$.

4. Интегрирующее звено: $W_4 = \dfrac{1}{T_4 p}$.

5. Изодромное звено: $W_5 = \dfrac{1}{T_5 p} + 1$.

6. Форсирующее звено: $W_6 = T_6 p + 1$.

7. Колебательное звено: $W_7 = \dfrac{1}{T_7{}^2 p^2 + 2\xi T_7 p + 1}$.

8. Звено с чистым запаздыванием: $W_8 = e^{-p\tau}$.

Задание на лабораторную работу:

Пусть имеется объект (система), блок-схема которого представлена на рисунке:

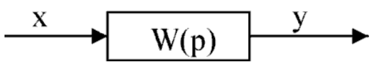

Рис. 1.2. Блок-схема объекта.

Принимая $p = \dfrac{d}{dt}$, и применяя метод конечных разностей $\dfrac{dy}{dt} \approx \dfrac{y_i - y_{i-1}}{dt}$, необходимо определить функцию выхода апериодического, дифференцирующего, интегрирующего, изодромного и форсирующего элементарных стационарных звеньев $y(t)$ (y – значение функций выхода, t – время), если известно входное воздействие на систему $x(t) = 2$. Значения параметров T_i принять равными номеру студента в списке группы. Построить график переходного процесса разомкнутой системы.