УДК 681.511

СОВМЕЩЕННЫЕ КОРНЕВЫЕ ПОРТРЕТЫ ПРИ СИНТЕЗЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ РЯДА РЕАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

Несенчук А.А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь.

В работе рассматривается система автоматического управления объектами, функционирующими в условиях неопределенности [1,2], при изменении двух реальных физических параметров объекта в бесконечных пределах действительных значений. Введено понятие «совмещенного корневого годографа» («совмещенного корневого портрета») системы.

Рассмотрим математическую модель системы в форме корневого портрета (корневого годографа) при изменении двух реальных физических параметров объекта. Будем рассматривать математическую модель в виде корневых траекторий характеристического полинома автоматической системы, коэффициенты $a_j(\bar{q})$ которого являются функциями вектора $\bar{q} = \{q_i, i = \overline{1,m}\}$ реальных физических параметров системы:

$$p(s,\bar{q}) = s^n + a_1(\bar{q})s^{n-1} + a_2(\bar{q})s^{n-2} + ... + a_{n-k}(\bar{q})s^k + ... + a_{n-2}(\bar{q})s^2 + \\ + a_{n-1}(\bar{q})s + a_n(\bar{q}), \qquad (1)$$

где s – комплексное переменное, $s=\sigma+i\omega$; $a_j \in \bar{a}$ – коэффициенты полинома, $j = 1,2, ..., n$.

Рассмотрим пример системы, когда изменяются два параметра объекта управления, которые фактически являются коэффициентами полинома. Характеристический полином системы имеет следующий вид:

$$s^3 + s^2 + q_1 s + q_2 = p(s.q_1, q_2). \qquad (2)$$

Подобные системы часто встречаются в реальных практических задачах синтеза систем автоматического управления техническими объектами.

Тогда, выделив в (2) интересующий нас параметр, например q_1, в качестве параметра корневого годографа, получим уравнение корневого годографа в общем виде [2]:

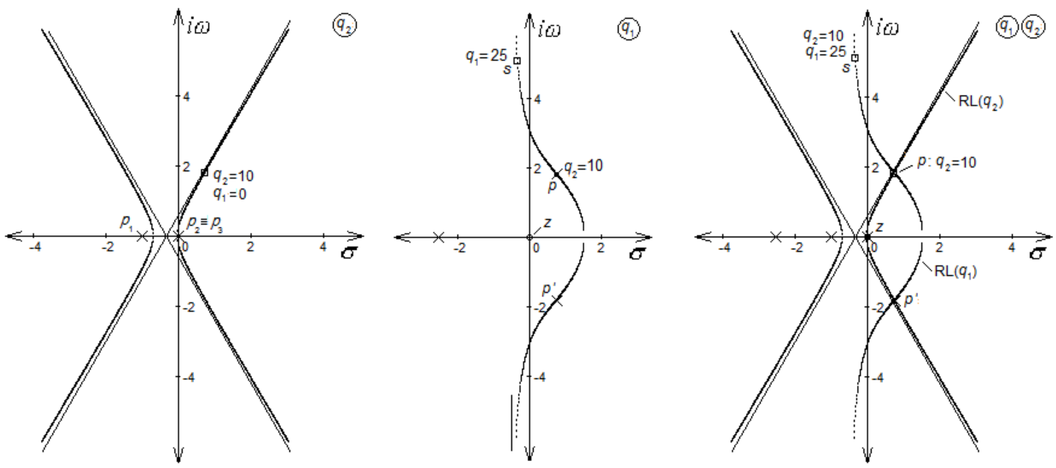
$$\phi(s) + q_1\psi(s) = (s^3 + s^2 + q_2) + q_1 s = 0. \qquad (3)$$

Для исследования системы используем совмещенный корневой портрет. Приняв $q_1=0$, можно выполнить исследование динамических свойств системы при вариации коэффициента q_2, т.е. установить реакцию системы на изменение этого параметра в пределах бесконечного интервала изменения его значений, учитывая, что построенный для этого случая корневой годограф RL(q_2) полинома $\phi(s)$ (3), имеющий параметр годографа q_2, представляет собой траекторию полюсов (начальных точек) корневого годографа характеристического полинома системы.

Исследовав влияние параметра q_2 на динамику системы, следует выбрать приемлемое в смысле расположения корней и удовлетворяющее пользователя значение $q_2 = \tilde{q}_2$ этого параметра.

На следующем этапе, используя выбранное значение $q_2 = \tilde{q}_2$, с помощью корневого годографа (3), построенного уже относительно параметра q_1 годографа, RL(q_1), выполняем исследование влияния изменения параметра q_1 на динамику рассматриваемой системы управления. В этом случае корни полинома (3) представляют собой корни системы при найденном на предыдущем этапе значении параметра $q_2 = \tilde{q}_2$.

Соответствующие корневые траектории представлены на рис. 1.



а) *б*) *в*)

Рис. 1. Корневые годографы RL(q) системы:

а) RL(q2) полинома ϕ(s) (5) с параметром годографа q2 при q1=0;

б) RL(q1) полинома (6) с параметром годографа q1 при q2=10;

в) совмещенный корневой годограф системы RL$^{(\bar{q})}$=RL(q1)+RL(q2): годограф относительно q_1 совмещен с годографом относительно q_2

Искомая точка s (q_1=25, q_2=10) выбрана в левой полуплоскости комплексной плоскости s корней системы (рис. 1, *в*).

Совмещенный корневой годограф обладает большой наглядностью, позволяя не только исследовать характер влияния параметрических вариаций на динамические свойства системы, но также установить взаимовлияние отдельных ее параметров и на этой основе определять значения параметров, обеспечивающих устойчивость системы.

6. Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Щербаков П.С. Управление линейными системами при внешних возмущениях. М.: ЛЕНАНД, 2014. – 560 с.
7. Несенчук А.А. Анализ и синтез робастных динамических систем на основе корневого подхода. Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 234 с.