ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Зеленков Г.А., Лопатин А.С.

Морская государственная академия им. Ф.Ф.Ушакова,
Россия, 353918, Новороссийск, пр-т Ленина, 93,
тел. (8-3217)-61-0076, E-mail: mathshell@mail.ru

При дистанционном управлении движением плохообтекаемого подводного аппарата одной из главных является задача устойчивого движения в выбранном направлении движения. Как правило, такие аппараты имеют систему движителей обеспечивающих маневрирование в горизонтальной плоскости (движение вперед-назад, движение лагом (вправо-влево), разворот), а также вертикальное перемещение и наклоны к оси z. Отдельного внимания при обеспечении устойчивости заслуживают операции с манипулятором, моменты стыковки-расстыковки.

При моделировании движения подводного аппарата, как правило, отдельно рассматривают [1]:

Уравнение для скорости хода, например: $\dot{V} = a_{11}\omega_y V + a_{21}V^2 + a_{31}n^2 + a_{41}n.$

Линейные уравнения движения в вертикальной плоскости, например:

$$\dot{\alpha} = a_{12}V\alpha + a_{22}\omega_z + a_{32}(1/V)\psi + a_{42}V\delta_k + a_{52}V\delta_n + a_{62}(1/V)F_y, \dot{\psi} = \omega_z,$$

$$\dot{\omega}_z = a_{13}V^2\alpha + a_{23}V\omega_z + a_{33}\psi + a_{43}V^2\delta_k + a_{53}V^2\delta_n + a_{63}M_z, \dot{\eta} = V(\alpha - \psi).$$

Линейные уравнения бокового движения, например:

$$\dot{\beta} = a_{14}V\beta + a_{24}\omega_y + a_{34}\omega_x + a_{44}(1/V)\theta + a_{44}V\delta_v, \dot{\varphi} = -\omega_y, \dot{\theta} = \omega_x,$$

$$\dot{\omega}_y = a_{15}V^2\beta + a_{25}V\omega_y + a_{35}V\omega_x + a_{45}\theta + a_{55}V\delta_v + a_{65}M_y,$$

$$\dot{\omega}_x = a_{16}V^2\beta + a_{26}V\omega_y + a_{36}V\omega_x + a_{46}\theta + a_{56}V\delta_v + a_{66}V^2\delta_x + a_{76}M_y.$$

Где a_{ij}, M_y, n, F_y-числа; V, δ - вещественные интервалы в ур. движения.

Современный подход [2] решения задачи анализа устойчивости таких моделей предполагает учет неопределенности в пространстве коэффициентов характеристических полиномов систем (для нелинейных систем после линеаризации). Причем, очевидно ограничения на коэффициенты носят интервальный характер. Получим интервальный полином вида:

$$F(s) = \{f(s) = a_0 + a_1 s + \ldots + a_n s^n, \quad \left|a_i - a_i^0\right| \le \beta\alpha_i, \quad i = \overline{0,n}\}.$$

Литература

1. *Веремей Е.И., Корчанов В.М., Коровкин М.В., Погожев С.В.* Компьютерное моделирование систем управления движением морских подвижных объектов. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. – 370 с.
2. *Дикусар В.В., Зеленков Г.А., Зубов Н.В.* Методы анализа робастной устойчивости и неустойчивости. М.: ВЦ РАН, 2007. – 234 с.