$\lim\limits_{\lambda\to+\infty} \sup\limits_{f\in S} \mu\{|f|>\lambda\}=0$ *и существуют функции* $\eta\in\Omega$ *и* $\varphi\in\Phi$ *со свойством* $\lim\limits_{\lambda\to+\infty} \sup\limits_{f\in S} \mu\{A_\eta^\varphi f>\lambda\}=0$.

Подобный критерий компактности, но с другой максимальной функцией на мечте A (вместо постоянной наилучшего приближения вычитается значение функции $f(x)$) был доказан ранее. В части достаточности наш критерий сильнее.

УДК 519.624.2

Применение метода Рунге–Кутта в гидравлике

Лебедев Е.П., Лебедева Г.И.
Белорусский национальный технический университет

Математическое моделирование играет важную роль в различных исследованиях, в том числе и в гидравлике. В предлагаемой работе приведена математическая модель гидравлического контура. Модель построена с учётом технических особенностей последнего.

При построении модели рассматривались движение цилиндра, движение жидкости в трубопроводе и изменение давления в безштоковой полости гидроцилиндра.

Получено, что рассмотренная динамическая схема описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений, состоящей из двух уравнений второго и одного первого порядка:

$$m_П \cdot \frac{d^2z}{dt^2} = p_3 \cdot f_П - (C_0 + C_1 \cdot z);$$

$$a_1 \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = p_{\max} - p_3 - \left(\frac{a_{10}}{h^2(t)} + a_2\right)\cdot\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 \cdot \mathrm{sgn}\frac{dx}{dt} - a_3 \cdot \frac{dx}{dt};$$

$$\frac{dp_3}{dt} = \frac{f\cdot\frac{dx}{dt} - f_П \cdot \frac{dz}{dt}}{f\cdot l + f_П\cdot(z_0+z)}(E_a + a_p \cdot p_3),$$

где f_n – активная площадь поршня со стороны высокого давления,

p_3 – давление в безштоковой полости гидроцилиндра,

a_1, a_{10}, a_2, a_3 – коэффициенты, определяющиеся по формулам:

$$a_1 = \rho \cdot l;$$

$$a_{10} = \frac{0.5\cdot f^2 \cdot \rho}{(\mu\cdot\pi\cdot D_3)^2};$$

$$a_2 = 0.5 \cdot \xi \cdot \rho + 0.443 \cdot \frac{\kappa_\varepsilon \cdot \rho \cdot l}{\sqrt{f}};$$

$$a_3 = 27.5 \cdot \frac{\rho \cdot \nu \cdot l}{f}.$$

С помощью ЭВМ методом Рунге-Кутта четвертого порядка была решена система уравнений и построен график переходного процесса, с помощью которого определены показатели качества переходного процесса. В результате установлено, что система обладает устойчивыми параметрами, гидравлическая схема и элементы привода спроектированы правильно и удовлетворяют всем критериям качества.

УДК 517.977

Спектральная приводимость систем нейтрального типа

Метельский А.В., Карпук В.В.
Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим линейную автономную систему нейтрального типа

$$\dot{x}(t) = \sum_{j=0}^{m} A_j x(t - jh) + \sum_{j=1}^{m} B_j \dot{x}(t - jh) + bu(t), t > 0, x(t) = \eta(t), t \in [-mh, 0]. \qquad (1)$$

Здесь $x = [x_1, \ldots, x_n]'$ – n-вектор-столбец непрерывного кусочно-гладкого решения системы (1) ($n \geq 2$); $0 < h$ – число; A_0, A_j, B_j – постоянные $n \times n$-матрицы, последние (n-ые) строки которых считаем нулевыми $\left(j = \overline{1, m}\right)$; $b = e_n = [0, \ldots, 0, 1]'$ – постоянный n-вектор-столбец; функция η из пространства кусочно-гладких n-вектор-функций; u – скалярное кусочно-непрерывное управление. Штрих обозначает операцию транспонирования.

Пусть $\mathbf{C}$ – множество комплексных чисел; $w\left(p, e^{-ph}\right)$ – характеристический квазиполином системы (1) ($p \in \mathbf{C}$). Множество корней $\left\{p \in \mathbf{C} \middle| w\left(p, e^{-ph}\right) = 0\right\}$ характеристического уравнения называют спектром системы (1). Замкнем систему (1) динамическим регулятором

$$u(t) = g'(\lambda)\dot{x}(t) + v(t), \quad v^{(r)}(t) = f'(\lambda)x(t) + \bar{f}'(\lambda)V(t), \quad t > 0. \qquad (2)$$

Здесь $V(t) = [v(t), \ldots, v^{(r-1)}(t)]'$ при $r \geq 1$; $V(t) = 0$ при $r = 0$; $g'(\lambda)$, $f'(\lambda)$, $\bar{f}'(\lambda)$ – векторные полиномы-строки; $\lambda^k \varphi(t) = \varphi(t - kh)$; $N = n + r$.

Обозначим $d\left(p, e^{-ph}\right)$ – характеристический квазиполином замкнутой