

УДК 517.928

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ЗАДАЧИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ

© Шигапова Р.Р., Соболев В.А.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: renatashigapovakst@gmail.com

В данной работе рассмотрена декомпозиция задачи конструирования ПИД-регулятора для модели манипуляционного робота. В наше время все больше внимания уделяется повышению уровня автоматизации и эффективности производства, что обусловлено серьезной мировой конкуренцией, которая требует непрерывного повышения качества и снижения цен. Таким образом, в центре внимания оказались манипуляционные роботы, позволяющие выполнить необходимые производственные операции [1]. Для их управления чаще всего используются пропорционально-интегральный, пропорционально-дифференциальный и пропорционально-интегрально-дифференциальный регуляторы. Однако именно ПИД-регулятор позволяет наиболее быстро и с высокой точностью управлять манипуляционными роботами [2].

При постановке задачи нами был выбран двухзвенный робот-манипулятор, установленный на неподвижном основании [3]. Динамическая модель манипуляционного робота представляет собой систему дифференциальных уравнений:

$$M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + g(q) = F. \quad (1)$$

Здесь g – вектор силы тяжести, F – крутящий момент, создаваемый механизмами в каждом соединении, M – матрица моментов, которые созданы силой тяжести в шарнире, C – центробежная матрица.

Далее мы сделали предположение, что начальный в момент времени схват находится в нежелательном для нас состоянии $\theta_0 = \left[\frac{-\pi}{2} \quad \frac{\pi}{2} \right]^T$. Наша задача состоит в перемещении схвата из состояния θ_0 в состояние $\theta_d = \left[\frac{\pi}{2} \quad -\frac{\pi}{2} \right]^T$.

Для ее решения мы ввели ПИД-регулятор для динамической модели манипуляционного робота путем введения в нее управляющего действия [2]:

$$u = K_p q + K_I \xi + K_D \dot{q} \quad (2)$$

где K_p, K_I, K_D – симметричные и положительно-определенные матрицы пропорционального, интегрального и дифференциального усиления соответственно. $q = q_d - q$ – отклонение от требуемого угла q_0 . ξ – дополнительная переменная состояния, для учета действия интегрального элемента. ПИД-регулятор возвращает схват в желаемое состояние и обеспечивает асимптотически устойчивое возмущенное движение системы.

Далее нами была проведена декомпозиция построенного ПИД-регулятора, что позволило сократить время установки манипуляционного робота в необходимое состояние [4].

Библиографический список

1. Черноусько Ф.Л., Ананьевский И.М., Решмин С.А. Методы управления нелинейными механическими системами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 328 с.
2. Fan Y., Shao J., San G., Shao X. Proportional–integral–derivative controller design using an advanced lévy-flight salp swarm algorithm for hydraulic systems // *Energies*. 2020. Vol 13. P. 459–479.
3. Badoniya P., George J. Two link planar robot manipulator mechanism analysis with MATLAB // *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*. 2018. Vol. 6, Issue 7. P. 778–788.
4. Sobolev V.A. Efficient decomposition of singularly perturbed systems // *Mathematical Modelling of Natural Phenomena*. 2019. Vol. 14. P. 132–150.