

УДК 517.9

ДЕКОМПОЗИЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОЛЕСНОГО РОБОТА

© Лянкин С.Е., Воропаева Н.В.

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

e-mail: sergei.lyanckin@gmail.com

Рассматривается математическая модель мобильного робота с двумя ведущими колесами [1]. Мобильный робот представляет собой сложную электро-механическую систему, характерной особенностью которой является композиция процессов с существенно различными скоростями протекания.

Динамику рассматриваемого робота можно описать сингулярно возмущенной системой дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x}_1 = x_2^2 + y_1, \quad \dot{x}_2 = -x_1 x_2 + y_2, \quad \varepsilon \dot{y}_1 = -x_1 - y_1 + u_\sigma, \quad \varepsilon \dot{y}_2 = -V x_2 - y_2 + u_\delta,$$

где безразмерные переменные x_1, x_2 характеризуют механические процессы (линейная скорость точки и угловая скорость платформы), y_1, y_2 характеризуют электрические процессы (токи во внешних цепях электродвигателей), безразмерный параметр V отражает массогабаритные характеристики робота. Предполагается малость постоянной времени $\varepsilon=L/R$ переходного процесса в цепях электродвигателя, характеризующей «время запаздывания» в цепях управления ведущими колесами. Здесь L – обобщенная индуктивность цепи электродвигателя, R – омическое сопротивление цепи ротора. Управляющими воздействиями являются $u_\sigma=u_1+u_2$, $u_\delta=u_1-u_2$, где u_1, u_2 – ЭДС, приложенные к электродвигателям.

Используя метод асимптотической декомпозиции, основанный на теории интегральных многообразий, удается построить расщепляющую замену переменных, позволяющую привести исходную сингулярно возмущенную дифференциальную систему к блочно-треугольному виду с независимой медленной подсистемой и подсистемой, описывающую быстро гаснущие переменные. Расщепляющее преобразование может быть построено с любой степенью точности в виде асимптотического разложения по степеням малого параметра. При этом медленная подсистема имеет размерность в два раза меньше исходной, не содержит разнотемповых переменных, но, тем не менее, адекватно отражает поведение исходной системы и может быть использована в качестве редуцированной модели при решении задач анализа и синтеза.

На основе анализа медленной подсистемы проведен качественный анализ поведения системы в окрестности стационарных решений для различных соотношений между параметрами системы и управляющими параметрами.

Библиографический список

1. Мартыненко Ю.Г. Управление движением мобильных колесных роботов // Фундаментальная и прикладная математика. 2005. Т. 11, № 8. С. 29–80.
2. Воропаева Н.В., Соболев В.А. Геометрическая декомпозиция сингулярно возмущенных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 256 с.