

УДК 517.928

## ПОНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОЛЕСНОГО РОБОТА

© **Макеева О.А., Воропаева Н.В.**

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

e-mail: makeeva-olesya-99@mail.ru

Рассматривается задача управления для четырехколесного робота-автомобиля. Колесные роботы занимают важнейшее место среди современных подвижных роботов и находят широкое применение в различных областях промышленности, строительстве, сельском хозяйстве.

Динамика колесного робота представляет собой сложную композицию быстрых и медленных движений. В связи с этим в качестве математической модели робота можно рассматривать сингулярно возмущенную систему обыкновенных дифференциальных уравнений.

Характерной особенностью динамики колесных роботов для некоторых случаев соотношений параметров является наличие относительно медленно угасающих высокочастотных колебаний. Корни характеристического уравнения линейной части быстрой подсистемы при нулевом значении малого параметра лежат на мнимой оси, т. е. не выполняются условия классической теоремы А.Н. Тихонова в части асимптотической устойчивости присоединенной системы, что делает невозможным применение традиционных для асимптотических методов подходов к понижению размерности моделей.

В такой ситуации для понижения размерности модели может быть применен геометрический подход [1]. Использование метода интегральных многообразий позволяет понизить порядок задачи управления колесным роботом, сводя ее к задаче управления медленной подсистемой, описывающей движение на интегральном многообразии.

В качестве примера рассмотрена задача стабилизации для четырехколесного робота-автомобиля с использованием двух управляющих воздействий. Используется подход, основанный на приведении системы к цепной форме [2].

Рассматривается случай, когда параметры первого управляющего воздействия таковы, что полученная система является квазиосциллирующей сингулярно возмущенной. Далее строится притягивающее интегральное многообразие медленных движений этой системы и рассматривается медленная подсистема, описывающая движение на многообразии.

Второе управляющее воздействие, которое в работе [2] зависит от времени и всех переменных состояния, в рассматриваемой ситуации может быть построено в виде функции только времени и медленных переменных из условия стабилизации нулевого решения медленной подсистемы.

### Библиографический список

1. Воропаева Н.В., Соболев В.А. Геометрическая декомпозиция сингулярно возмущенных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 256 с.
2. De Luca A., Oriolo G., Samson C. Feedback control of a nonholonomic car-like robot // Robot Motion Planning and Control (Laumond J.P. ed.). New York: Springer-Verlag, 1998. 343 p.