

# ЗАДАЧА СТАБИЛИЗАЦИИ НЕГОЛОНОМНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ НАЛИЧИИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ КОМПОНЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ

И.Г. Васильева<sup>1</sup>, А.Л. Зуев<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Институт прикладной математики и механики НАН Украины  
Славянск, Украина  
irisna.shurko@gmail.com

<sup>2</sup> Институт прикладной математики и механики НАН Украины  
Славянск, Украина

<sup>3</sup> Институт динамики сложных систем им. Макса Планка  
Магдебург, Германия  
alexander.zuyev@gmail.com, zuyev@mpi-magdeburg.mpg.de

Основным результатом данной работы является метод решения задачи стабилизации неавтономных систем по части переменных с использованием стохастических функций Ляпунова и случайных процессов типа Суссмана. При этом получены условия стабилизации стохастических систем дифференциальных уравнений в терминах управляемых функций Ляпунова относительно части переменных и предложен конструктивный метод синтеза обратной связи. Этот подход обобщает результат [1] на случай систем, описываемых дифференциальными уравнениями типа Ито.

Также рассмотрена проблема управления неавтономной системой одноколесного типа (колесный экипаж с осциллятором). К механической системе этого типа применяется подход Суссмана, обобщающий теорию Вонга-Закая [2],[3]. Для рассмотренной модели вычислены корректирующие члены Суссмана и Вонг-Закая, а также построена функция Ляпунова, удовлетворяющая достаточным условиям устойчивости для систем со случайными воздействиями. В результате этого доказана асимптотическая устойчивость по вероятности рассмотренной стохастической системы относительно части переменных.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного фонда фундаментальных исследований Украины (ДФФД F71/19845)

## Библиографические ссылки

1. *A.L. Zuyev* Stabilization of non-autonomous systems with respect to a part of variables by means of control Lyapunov functions // Journal of Automation and Information Sciences, 2000, Vol. 32, No. 10, P. 18-25.
2. *H.J. Sussmann* Limits of Wong-Zakai type with a modified drift terms// Stochastic Analysis, Academic Press, 1991, P. 475-494.

3. *Y. Nishimura* Stabilization of Brockett integrator using Sussmann-type artificial Wiener processes // 52nd IEEE Conference on Decision and Control 2013, Florence, Italy. P. 7850–7855.

## О СТАБИЛИЗАЦИИ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ РАБОЧЕГО ЗВЕНА ТРЕХЗВЕННОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

О.Э. Васюкова<sup>1</sup>, В.А. Самсонов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы 1, 119991 Москва, Россия  
vasyukovaola@yandex.ru

<sup>2</sup> НИИ механики МГУ, Мичуринский просп. 1, 119192 Москва, Россия  
samson@imec.msu.ru

В работе решается задача о стабилизации программного движения трехзвеного робота–манипулятора путем построения управления с прямой и обратной связью. Рассматриваемое программное движение задает возвратно-поступательные движения третьего звена с постоянной амплитудой. Некоторые из подходов к решению задач о стабилизации программных движений манипуляторов показаны в работах [1, 2].

Рассматривается трехзвенный робот-манипулятор. Первое звено крепится к основанию робота цилиндрическим шарниром. Каждое последующее звено крепится к предыдущему цилиндрическим шарниром. Манипулятор может совершать движения только в вертикальной плоскости. Управление роботом осуществляется посредством управляющих моментов в сочленениях, реализуемых с помощью подачи напряжений на приводы.

Все инерционно-массовые характеристики манипулятора известны. В качестве обобщенных координат, описывающих положение системы, примем углы  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ , определяющие положения звеньев (рис. 1).

На каждое звено действует сила тяжести, момент трения в шарнире  $M_i(\theta_i, \dot{\theta}_i)$ , который мы полагаем известным (в работе [3] предложен подход к идентификации трения), управляющие моменты  $U_i$  в шарнирах,  $i = 1, 2, 3$ .

Для решения задачи стабилизации программного движения построено управление, которое можно представить в виде суммы программного управления, нелинейного неавтономного управления с обратной связью, обеспечивающего специальный вид системы в отклонениях (упрощающий дальнейший анализ устойчивости), а также управления с линейной обратной связью, обеспечивающего (в совокупности