

Секция «Математика и механика»

Построение и стабилизация асимптотически устойчивых движений модели  
руки робота-манипулятора.

*Воробьёв Артём Сергеевич*

*Студент*

*Самарский Государственный Аэрокосмический университет им. академика С.П.*

*Королёва, Факультет летательных аппаратов, Самара, Россия*

*E-mail: svirex.hide@gmail.com*

Задача об управляемых программных движениях модели руки робота-манипулятора являются актуальными и привлекают внимание многих исследователей в связи с бурным развитием робототехники и расширением сфер применения роботизированных систем (промышленность, научные исследования, космические аппараты и т.д.).

В данной работе ставится и решается задача об определении двухуровневого управления, реализующего и стабилизирующие произвольные заданные движения модели руки робота-манипулятора. Решение задачи сводится к исследованию нулевого решения неавтономной системы и проводится на основе прямого метода Ляпунова [2].

Рассмотрим движение механической системы с тремя степенями свободы, моделирующей руку робота-манипулятора. Эта система представляет собой два цилиндра, вставленных один в другой, и точечную массу на конце выдвигаемого цилиндра. Движение задается тремя переменными: углом  $\varphi$  вращения вокруг вертикальной оси, углом  $\psi$  отклонения от вертикальной оси и длиной  $x$  выдвижения манипулятора. Поставим задачу о реализации управляющими силами произвольных заданных (программных движений) и стабилизации этих движений.

Уравнения движения для рассматриваемой системы составим в форме уравнений Лагранжа второго рода в связанной системе координат  $Oxyz$ , которые можно представить в виде:

$$A\ddot{q} + M = Q_{\text{вн}} + Q_u. \quad (1)$$

Пусть необходимо, чтобы системы совершала некоторое программное движение ( $r(t)$ ,  $\dot{r}(t)$ ). Прямой подстановкой функции  $r(t)$  в уравнение (1) определим управляющие силы, реализующие это движение:

$$Q_{\text{пр}} = A(r)\ddot{r} + M(r, \dot{r}) - Q_{\text{вн}}(t, r, \dot{r}). \quad (2)$$

Введем новые обобщенные координаты (отклонения) по правилу  $x = q - r(t)$  и получим уравнения движения в отклонениях:

$$A\ddot{x} + M + M' + M'' + A\ddot{r} = Q_{\text{вн}} + Q_u. \quad (3)$$

Выберем стабилизирующее управление согласно равенству

$$Q_{\text{ст}} = -Cx - D\dot{x} + M'' + A\ddot{r} - Q_{\text{вн}} - Q_{\text{пр}}. \quad (4)$$

Тогда получаем, что при управлении (4) уравнения движения (3) будут иметь вид

$$A\ddot{x} + M + M' + D\dot{x} + Cx = 0. \quad (5)$$

В работе синтезированы произвольные асимптотически устойчивые программные движения модели руки робота-манипулятора с помощью активного двухуровневого управления. Управление получено в виде точного аналитического решения в классе непрерывных функций. Задача решена на основе прямого метода Ляпунова и метода предельных систем, позволяющего использовать функции Ляпунова со знакопостоянными производными.

Результаты работы развивают соответствующие результаты из [1, 2, 3].

### Литература

1. Безгласный С.П., Мысина О.А. Стабилизация программных движений твердого тела на подвижной платформе. // Саратов: Изв. Саратовского университета, 2008. Т. 8. Сер. Математика. Механика. Информатика, вып. 4. с. 44-52.
2. Смирнов Е.Я., Павликов И.Ю., Щербаков П.П., Юрков А.В. Управление движением механических систем. Л.: Изд-во ЛГУ, 1985.
3. Bezglasniy S.P. The stabilization of program motions of controlled nonlinear mechanical systems // Korean J. Comput. and Appl. Math. 2004. V. 14. 1-2. P. 251-266.

### Слова благодарности

Выражаю благодарность своему наставнику, Безгласному Сергею Павловичу, за терпение и понимание.