

### **Моделирование рабочего пространства планарного двухзвенного манипулятора средствами компьютерной графики**

*Проведено исследование на плоскости облака точек, заданных аналитическими уравнениями и определяющими положение центра схвата двухмерного манипулятора. Установлено, что облако точек можно представить двумя семействами окружностей: эксцентрических и концентрических. Выполненное отображение этих окружностей в трехмерное пространство позволило получить две  $U$  и  $V$  – поверхности. Установлено, что границами рабочего пространства механизма в этом случае являются дискриминанты  $U$  и  $V$  – поверхностей. Проведенный анализ таких поверхностей и их дискриминант предоставили возможность разработки алгоритмов и программ автоматизированного моделирования рабочего пространства манипулятора средствами компьютерной графики. Предложенные алгоритмы и программы выполняют решение как прямой, так и обратной задачи кинематики данного механизма. Все этапы моделирования выполняются с необходимой точностью и визуализированы.*

*Ключевые слова: компьютерное моделирование, манипуляторы, рабочее пространство, границы рабочего пространства.*

*Ляшков Алексей Ануфриевич – д-р техн. наук, проф.,  
Шевелева Татьяна Анатольевна – аспирант ОмГТУ.*

#### **Список литературы**

- 1. Zhu J., Tian F. Kinematics Analysis and Workspace Calculation of a 3-DOF Manipulator // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 170(2018) 042166.*
- 2. Cao Yi, Lu Ke, Zang Yi Accurate Numerical Methods for Computing 2D and 3D Robot Workspace First published online. 2011. January 1.*
- 3. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Роботы и робототехнические системы» – М.: Изд. МГТУ, 2004. - 478 с.*
- 4. Thu Zar, Phyoo Wai Lin, Dr. Su Yin Win Workspace Analysis of Two-link Planar Manipulator // Science and Engineering Applications. 2019. Vol. 8. Issue 08, pp. 380-383.*
- 5. Lyashkov A.A., Sheveleva T.A. Geometric modeling in the problems of lever mechanism kinematics research // Journal of Physics: Conference Series. 14. Сер. «XIV International Scientific and Technical Conference «Applied Mechanics and Systems Dynamics», AMSD 2020» 2021. С. 012053.*

**Lyashkov A.A., Sheveleva T.A. Modeling the work envelope of planar double-hinged arm by means of computer graphics**

*The paper examines a planar cloud of points, which are defined by analytical equations and determine the position of the two-dimensional arm's grab center. The cloud of points can be represented by two families of circles: eccentric and concentric. These circles were mapped into the 3D space that resulted*

*in two U- and V-surfaces. It was found out that the discriminants of U- and V-surfaces were the borders of the mechanism's work envelope. The analysis of such surfaces and their discriminants enabled the development of algorithms and software for modeling the arm's work envelope by means of computer graphics. The algorithms and software proposed solve both the direct and the inverse problems of the mechanism's kinetics. All modeling stages are implemented with the required accuracy and visualization.*

Keywords: *computer modeling, robotic arms, work envelope, work envelope borders.*