

### **Развитие метода анализа механических систем с изменяемой структурой**

*Отмечено, что в системах с изменяемой структурой неизменной остается функциональная схема. В статье представлено развитие метода ее построения и анализ на ее основе свойств механической системы. Обосновано назначение и влияние на работу системы вводимых в нее дополнительных элементов. Анализ, выполненный по функциональной схеме, позволяет идентифицировать реализуемый способ обхвата объекта выходными звеньями. Определены необходимые дополнительные элементы, введение которых обеспечивает выполнение одного из способов обхвата, определяемого техническим заданием: по контуру объекта, щипкового, комбинированного.*

*Ключевые слова: антропоморфный захват, исполнительная группа звеньев, структурная схема, функциональная схема, число степеней подвижности, обхват по контуру, щипковый обхват, комбинированный обхват.*

***Жданова Юлия Ильдаровна** – старший преподаватель кафедры системной инженерии, заместитель директора Института искусственного интеллекта,  
**Мошкин Владимир Валентинович** – канд. техн. наук, доцент кафедры системной инженерии,  
**Романов Михаил Петрович** – д-р техн. наук, профессор кафедры проблем управления, директор Института искусственного интеллекта, МИРЭА - Российский технологический университет (РТУ МИРЭА).*

### **Список литературы**

- 1. Ciocarlie M., Goldfeder C., Allen P. Dimensionality reduction for hand-independent dexterous robotic grasping // 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – IEEE, 2007. С. 3270-3275.*
- 2. Laliberte T., Birglen L., Gosselin C. Underactuation in robotic grasping hands // Machine Intelligence & Robotic Control. – 2002. – Т. 4. – №. 3. – С. 1-11.*
- 3. Bargsten V., de Gea Fernandez J. Compi: Development of a 6-dof compliant robot arm for human-robot cooperation // Proceedings of the 8th International Workshop on Human-Friendly Robotics (HFR). – 2015.*
- 4. Chen W., Xiong C., Wang Y. Analysis and Synthesis of Underactuated Compliant Mechanisms Based on Transmission Properties of Motion and Force // IEEE Transactions on Robotics. – 2020. – Т. 36. – №. 3. – С. 773-788.*
- 5. Zhao D., Zhang W. Topology and analysis of three-phalanx COSA finger based on linkages for humanoid robot hands // International Conference on Intelligent Robotics and Applications. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. – С. 465 - 476.*
- 6. Chen W. et al. Mechanical adaptability analysis of underactuated mechanisms // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. – 2018. – Т. 49. – С. 436 - 447.*
- 7. Макаров А. Н. Теоретические основы построения, методы расчета и конструирование манипуляционных устройств металлургического производства: автореферат дисс. – Магнитогорская гос. горно -металлургическая акад. им. Г.И. Носова, 1996.*
- 8. Huang M. et al. Design, analysis, and testing of a novel compliant underactuated gripper // Review of Scientific Instruments. – 2019. – Т. 90. – №. 4. – С. 045122.*
- 9. Wang D. et al. Design, analysis and experiment of a passively adaptive underactuated robotic hand with linkage-slider and rack-pinion mechanisms // Mechanism and Machine Theory. – 2021. – Т. 155. – С. 104092.*
- 10. Cheng M. et al. Development of a multisensory underactuated prosthetic hand with fully integrated electronics // IEEE / ASME Transactions on Mechatronics. – 2022. – Т. 28. – №. 2. – С. 1187-1198.*
- 11. Khakpour H., Birglen L. Numerical analysis of the grasp configuration of a planar 3-DOF linkage-driven underactuated finger // Journal of Computational and Nonlinear Dynamics. – 2013. – Т. 8. – №. 2.*

**Zhdanova Yu.I., Moshkin V.V., Romanov M.P.** Developing analysis method for variable-structure mechanical systems

*Functional diagram remains unchanged in variable-structure systems. The paper presents a method for its development and analysis based on mechanical system properties and substantiates the destination of additional elements and their influence on system operation. The analysis based on the functional diagram enables the identification of the implemented way of object circumference by output elements. Additional elements to be introduced for implementing the specified circumference method, such as, contour, pinch, or combined, are determined.*

Keywords: anthropomorphic capture, actuating elements, block diagram, functional diagram, number of movement degrees, contour circumference, pinch circumference, combined circumference.