

**Н. Б. Тушканов, В. А. Назаров** (Ставрополь, СевКавГТУ, Новочеркасск, ЮРГТУ (НПИ)). **Синергетический подход к синтезу системы управления мультизвенным манипулятором.**

Анализ проблем экстремальной робототехники и направлений исследований и разработок в области создания эффективных МЛС для работы в экстремальных условиях (затонувшие объекты, непроходимые местности, вертикальные поверхности, расщелины и пещеры, завалы, разломы и т. п.) позволяет сделать вывод о целесообразности использования в качестве их основы мультизвенных систем для осуществления манипуляций и локомоций (перемещений). Общеизвестно, что традиционные подходы к построению СУ подобными объектами наталкиваются на трудные и даже неразрешимые задачи различного характера, связанные как с проблемами конструктивной реализации, так и с проблемами синтеза управления.

В работе, представленной данным сообщением, рассматривается круг проблем, связанных с формированием подхода к созданию систем глобального управления поведением и движением МЛС, обусловленными их возможными применениями и его практической реализацией. К ним отнесем проблемы: формирования набора элементарных поведенческих актов МЛС (стратегический уровень по [1]); организации процедур обучения СУ движениям придания МЛС желаемых функционально-механических качеств (свойств); реализации процедур обучения нейробиологических подсистем; взаимодействия «сложноподчиненных» подсистем локального управления приводами звеньев МЛС; обеспечения устойчивости и «апериодичности» (плавности) движений МЛС; «слияния» разнородной сенсорной информации в синтетические информационные объекты-образы и их использования в процессах обучения и управления; парирования внешних возмущений (течений, сил трения о поверхности и препятствия, нескомпенсированной силы выталкивания); учета высоких размерностей вследствие большого количества степеней свободы; обеспечения требуемых вычислительных ресурсов; создания интерфейса «оператор–СУ МЛС».

Анализ этого перечня проблем требует, как нам кажется, выработки новой концепции построения таких СУ в виде набора базовых принципов и рекомендаций по их реализации. К таковым, на наш взгляд, следует отнести: биологичность (биотехничность), использование идей и квазиформальных моделей построения движений, предложенных в [1], [5], синергетичность.

Современное состояние идей синергетического подхода к построению СУ и СИИ позволяет говорить о нем как об универсальной парадигме создания эффективных систем самого разного применения [4], [6]. Учитываются: синтетичность информационных объектов, используемых для обучения и управления; применение при построении оптимальных вариантов структур САУ элементов искусственной самоорганизации [8].

Синергетический подход как эффективное средство создания многоуровневых СУ, введенный в практику управления в виде метода АКАР [4] и перенесенный в нейросетевой базис [6], требует, как известно, формирования системы инвариантных многообразий и их структурирование. Нами предлагается система инвариантов, использование которых позволит создать эффективные СУ МЛС. Инварианты первого уровня — это по своей сути желаемые физико-механические свойства МЛС: жесткость; гибкость (упругость, пластичность, податливость); ломкость (изламываемость при определенных значениях усилий); аморфность (бесформенность); хлесткость (бичеобразность); щупальцеподобность; фрагментируемость (способность формировать фрагменты с различными свойствами). Инвариантами второго и третьего уровня являются кинематические и динамические инварианты соответственно.

Предложенные в работе принципы положены в основу подхода к построению интеллектуальных СУ многозвенными роботами-манипуляторами.

Работа поддержана РФФИ, проект № 10-07-00389а.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бернштейн Н. А.* О ловкости и ее развитии. М.: Физкультура и спорт, 1991, 288 с.
2. *Ласточкин А. А.* Метод лидирующего звена в биотехническом управлении многозвенными манипуляторами. — Робототехника и мехатроника. М.-СПб., 1996.
3. *Макаров И. М., Лохин В. М., Манько С. В., Романов М. П.* Проблемы построения человеко-машинного интерфейса для средств экстремальной робототехники. — В сб.: Материалы XII-й научно-технической конференции: Экстремальная робототехника. СПб.: Изд-во СПбГТУ, с. 10–16.
4. Современная прикладная теория управления: Синергетический подход в теории управления./ Под ред. А. А. Колесникова. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000, ч. II, 559 с.
5. *Смольников Б. А., Романов С. П., Юревич Е. И.* Бионика в робототехнике. — В сб.: Материалы XI-й научно-технической конференции: Экстремальная робототехника. СПб.: Изд-во СПб, 2001, 302 с.
6. *Терехов В. А. и др.* Нейросетевые системы управления. Спб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 1999, 265 с.
7. *Тушканов Н. Б., Юревич Е. И.* Принципы организации и практической реализации многоуровневых самоорганизующихся САУ. — В сб.: Искусственный интеллект-2002. Материалы Международной научно-технической конференции (Крым, 16–20 сентября 2002 г., п. Кацивели, Крым, Украина). 2002, т. 1, с. 119–123.
8. *Каляев И. А., Гайдук А. Р., Капустян С. Г.* Самоорганизация в мультиагентных системах. — Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010, № 3 (104), с. 14–20.