

## **Программный инструмент 4GN для разработки интеллектуальных систем на основе бионического метода «Автономного адаптивного управления»**

*А.А. Жданов, М.В. Караваев, А.Н. Чернодуб  
Институт системного программирования РАН  
<http://www.aac-lab.com/>*

В настоящее время в космонавтике и в авиации автоматические системы управления строятся, как правило, на основе аппарата “классической” математики - теории автоматического регулирования, численных методов и т.д. Свойства систем управления, построенных на основе классических методов хорошо изучены, надежны, и многократно опробованы на различных объектах. Вместе с тем, есть несколько принципиальных моментов, которые значительно ограничивают область применения классических подходов к построению систем управления, а в некоторых случаях делают их применение и вовсе невозможными. Один из них состоит в трудности разработки точной математической модели объекта управления при необходимости учесть в ней такие трудноформализуемые условия, как нелинейности, возможные неисправности, изменения свойств объектов в процессе функционирования и др. Эти проблемы являются типичными для сложных реальных объектов управления, таких, как КА и ЛА. Неизбежно принимаемые в этом случае упрощения не всегда позволяют добиться необходимого качества управления, а иногда являются и вовсе недопустимыми. В поисках путей преодоления таких проблем, разработчики систем управления все чаще начинают обращаться к новым, называемым «интеллектуальными» методам управления, которые строятся не на априорных математических моделях объектов, но на эмпирических «знаниях», полученных либо от экспертов (экспертные системы, системы на основе нечеткой логики), либо извлеченных из обучающей выборки (искусственные нейронные сети), либо автоматически получаемых самой системой управления непосредственно в процессе взаимодействия с объектом (системы с подкрепляющим обучением и др.). К этому ряду методов относится развиваемый авторами метод «Автономного адаптивного управления» (ААУ), основная идея которого связана с воспроизведением определенных свойств естественных нервных систем. На основе метода ААУ создан ряд прототипов прикладных адаптивных (самообучаемых) систем управления для разнообразных объектов, в том числе для КА [1,2,3].

Для автоматизации проектирования и разработки прикладных систем управления на основе метода ААУ авторами разработан также специализированный программный инструмент, названный “Designer 4GN”. Инструмент 4GN позволяет ускорить и автоматизировать процесс проектирования, разработки, тестирования и отладки автономных систем управления, построенных на основе методологии ААУ. Среда 4GN обладает базовым набором библиотек на основе подходов, принятых в системах искусственного интеллекта, таких как: искусственные нейронные сети, нечеткая логика, генетические алгоритмы, средствами визуального проектирования, а также широким набором модулей для визуализации данных. Гибкость архитектуры 4GN позволяет пользователям дорабатывать исходные блоки и модули, входящие в стандартный пакет 4GN, если таковые не полностью удовлетворяют условиям конкретной решаемой задачи. Как показал опыт, применение инструмента 4GN позволяет сократить время создания прототипа системы управления для заданного объекта с 1-2 лет до 1-2 месяцев с одновременным решением и сопутных задач сопровождения, верификации и документирования проектов.

В докладе представлены примеры как программных, так и программно-физических прототипов автономных систем управления для КА и ЛА, созданных с помощью инструмента 4GN. Показаны преимущества, получаемые при использовании инструмента 4GN как базового средства разработки автономных систем управления.

[1] Жданов А. А., Метод автономного адаптивного управления // Известия Академии Наук. Теория и системы управления, 1999, № 5, с. 127-134.

[2] Жданов А.А., Устюжанин А.Е., Караваев М.В.  
Нейросетевой самообучаемый метод адаптивного управления динамическими объектами: Материалы XXIX Академических чтений по космонавтике, 2005 год. М.: 2005. с. 93.

[3] Жданов А.А. Земских Л.В. Беляев Б.Б.  
Система стабилизации углового движения космического аппарата на основе нейроноподобной системы автономного адаптивного управления: Космические Исследования, 2004, т. 42, N3, М.: 2004. С. 1-15.

[4] <http://www.aac-lab.com/>