

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель директора
по научной работе

НИЦ «Курчатовский институт»



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения
«Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт»)**

Диссертация Карпова Валерия Эдуардовича на тему «Методы группового управления искусственными агентами на основе биологически инспирированных моделей поведения» на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – "Системный анализ, управление и обработка информации" выполнена в лаборатории робототехники Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт».

В 1993 г. Карпов В.Э. окончил Московский государственный институт электроники и математики (МГИЭМ) по специальности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» и в том же году поступил в заочную аспирантуру МГИЭМ. С 1994 по 2003 гг. работал на кафедре «Управление и информатика в технических системах», вел преподавательскую и научно-исследовательскую деятельность. В 1998 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование методов автоматической генерации баз знаний на основе процедуры эволюционного моделирования» по специальности 05.13.12 – "Системы автоматизации проектирования", в 2002 г. получил ученое звание доцента.

В 2003-2010 гг. работал в НИИ информационных технологий ведущим научным сотрудником. В 2011 г. вернулся в МГИЭМ на должность доцента кафедры "Вычислительные системы и сети". С 2015 г. и по настоящее время является руководителем лаборатории робототехники Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт».

Диссертация Карпова В.Э. была подготовлена в период с сентября 2015 года по март 2021 года.

Доклад Карпова В.Э. по диссертационной работе на тему «Методы группового управления искусственными агентами на основе биологически инспирированных моделей поведения» был заслушан и обсуждён «23» декабря 2021 г. на заседании Научно-технического совета Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт». По ходу обсуждения был поднят ряд вопросов, и были высказаны конкретные рекомендации. В заключение заместитель председателя Научно-технического совета Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий д.ф.-м.н. профессор Кашкаров П.К. подвёл итог, выразив общее мнение о том, что представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а также требованиям п. 14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (в действующей редакции), и не содержит заимствованного материала без ссылки на авторов.

По итогам обсуждения принято следующее заключение

Работа посвящена созданию общего методологического базиса для построения систем групповой робототехники, основанного на биологически инспирированных моделях социального поведения, с целью создания коллективов (социумов) роботов, способных решать широкий круг комплексных задач.

Диссертационная работа Карпова В.Э. выполнена в НИЦ «Курчатовский институт», теоретические и практические результаты диссертационной работы использованы при выполнении госбюджетных

НИОКР в НИЦ "Курчатовский институт" (Госзадание НИЦ "Курчатовский институт"; программа "Мониторинг-СГ"), научным руководителем, ответственным исполнителем и непосредственным участником которых являлся автор диссертации, а также ряда проектов РФФИ и РНФ.

Актуальность темы исследования

Одним из видов сложных распределенных систем являются системы групповой робототехники (ГР). Анализ состояния дел в ГР показывает, что, несмотря на ее декларируемое устойчивое и поступательное развитие, исследования носят, в основном, фрагментарный характер. Решаются самые разнообразные частные задачи, причем подавляющее большинство задач группового управления сводится к совместному движению, основанному на простейших формах взаимодействия членов группы. Но об общности подходов и методов приходится говорить гораздо осторожнее.

Таким образом, научная проблема создания эффективных принципов и моделей группового управления роботами, функционирующими в сложных, динамических средах, по-прежнему является **актуальной**. При этом здесь речь идет о создании общих методологических принципов разработки систем ГР, позволяющих решать комплексные задачи группового управления и создающих основу для появления явных синергетических эффектов. В качестве такой основы предлагается использовать т.н. парадигму моделей социального поведения роботов, суть которой сводится к тому, что проявление качественных, эмерджентных свойств в системах ГР возможно в условиях, при которых группа роботов образует социальное сообщество. При этом социальная организация сообщества роботов рассматривается как один из возможных адаптивных путей развития технической системы.

Целью исследования является расширение функциональных и адаптивных возможностей и областей применения групп роботов при решении сложных задач в недетерминированных динамических средах на основе парадигмы моделей социального поведения.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи**:

1. Проведение анализа моделей, связанных с социальными аспектами организации групп искусственных агентов и собственно моделей социального поведения, выделение базовых компонентов и механизмов, формирование на их основе концептуальной схемы построения социума искусственных агентов – роботов.

2. Разработка моделей и архитектур систем управления индивидов (роботов), способных к социальному поведению.

3. Разработка моделей и алгоритмов, реализующих полный базис механизмов группового взаимодействия, обеспечивающих формирование социальных структур, а также определяющих способы целенаправленного управления социумом искусственных агентов.

4. Разработка комплекса программных и технических решений по реализации созданных моделей и методов для решения прикладных задач группового управления роботами.

Научная новизна

Научная новизна работы заключается в создании нового подхода к организации группового управления, обеспечивающего формирование социальных сообществ искусственных агентов, на основе разработанных биологически инспирированных моделей, методов и алгоритмов организации внутригруппового взаимодействия.

Научно-практическая значимость

Научная значимость работы заключается в том, что в рамках биологически инспирированных моделей поведения разработаны теоретические основы построения особой формы организации группового взаимодействия роботов, аналогичной социуму живых организмов. Практическое использование научных результатов позволяет:

- повысить качество управления робототехническими комплексами за счет использования эффективных алгоритмов групповой организации;

- создать предпосылки в виде моделей и технических решений для реализации энергетически автономных робототехнических систем – групп роботов, функционирующих в естественной среде;
- расширить функциональные возможности систем групповой робототехники за счет реализации механизмов социальной самоорганизации в задачах группового патрулирования, разведки, охраны территории и пр.

Личное участие автора в получении научных результатов, изложенных в диссертации

Научные результаты, обобщённые в диссертационной работе Карпова В.Э., получены им самостоятельно либо под его непосредственным руководством на базе лаборатории робототехники Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт».

Достоверность результатов

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается вычислительными и натурными экспериментами, а также реализацией полученных научных результатов при создании систем группового управления для решения прикладных задач.

Полнота опубликования в печати

По теме диссертации опубликовано 42 печатных работы, в том числе: 1 монография, 9 работ – в изданиях, входящих в "Перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации" ВАК (11 работ с учетом индексируемых в WoS/Scopus и входящих в список ВАК) и 12 – в изданиях, индексируемых в Scopus/WoS.

Основными публикациями являются:

1. Карпов В.Э., Карпова И.П., Кулинич А.А. Социальные сообщества роботов. – М.: ЛЕНАНД/URSS, 2019. – 352 с.
2. Valery Karpov. Robot's temperament // Biologically Inspired Cognitive Architectures. 2014. №7. - p. 76-86. doi: 10.1016/j.bica.2013.11.004
3. Карпов В.Э. Эмоции и темперамент роботов. Поведенческие аспекты. // Известия РАН. Теория и системы управления, №5, 2014. – с. 126-145.

4. Valery Karpov, Irina Karpova, Leader election algorithms for static swarms, *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, Volume 12, April 2015, Pages 54-64, ISSN 2212-683X, doi:10.1016/j.bica.2015.04.001. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bica.2015.04.001>.
5. Карпов В.Э. Об одной реализации знак-ориентированной системы управления мобильного робота // Искусственный интеллект и принятие решений, №3, 2015. – с.53-61. (Karpov V.E. A Sign-Oriented Mobile Robot-Control System // *Sci. Tech. Inf. Process.* Allerton Press, Inc., 2016. Vol. 43, № 5-6. P. 281–288. DOI: 10.3103/S0147688216050014)
6. Карпов В. Э. Модели социального поведения в групповой робототехнике // *Управление большими системами*. Выпуск 59. – М.: ИПУ РАН, 2016. – с.165-232.
7. Karpov Valery. The parasitic manipulation of an animat's behavior // *Biologically Inspired Cognitive Architectures*. 2017. (21). Pp. 67–74. ISSN 2212-683X, SRJ=0.31, DOI: 10.1016/j.bica.2017.05.002
8. Карпов, В. Э., Готовцев, П. М., Ройзензон, Г. В.. К вопросу об этике и системах искусственного интеллекта. *Философия и Общество*, 87(2). – с.84-105. <http://doi.org/0.30884/jfio/2018.02.00>.
9. Карпов В.Э., Ровбо М.А., Овсянникова Е.Е. Система моделирования поведения групп робототехнических агентов с элементами социальной организации Кворум // *Программные продукты и системы*, №3, 2018. – с. 581-590. DOI:10.15827/0236-235X.123.581-590
10. Карпова И.П., Карпов В.Э. Агрессия в мире аниматов, или О некоторых механизмах управления агрессивным поведением в групповой робототехнике. // *Управление большими системами*. 2018. Т. 76. – с. 173-218.
11. Карпов В.Э. Социальные сообщества роботов: от реактивных к когнитивным агентам // *Мягкие измерения и вычисления*, 2019. № 2 (15). С. 61-78.
12. Карпов В. Э., Сорокоумов П. С. (2021a). К вопросу о моральных аспектах адаптивного поведения искусственных агентов. *Искусственные общества*, 2021, 16(2) <https://doi.org/0.18254/S207751800014740-3> (ВАК).

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных научно-технических конференциях и семинарах:

X международная научно-практическая конференция «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте», 17-21 мая 2021, Коломна;

XIII международная конференция «Теоретическая и прикладная этика: Традиции и перспективы – 2021». Санкт-петербургский Государственный Университет, 18-20 ноября 2021 г.;

XVIII национальная конференция по искусственному интеллекту КИИ-2020, 10-16 октября 2020 г., Москва;

XVII национальная конференция по искусственному интеллекту КИИ-2019, 21-25 октября 2019, Ульяновск;

29th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, DAAAM 2018; Zadar, Croatia; 24-27 October 2018;

Конференция «Состояние и направления развития искусственного интеллекта – 2018», ФГАУ КВЦ «Патриот», 14-15 марта 2018 г.;

Международная научно-практическая конференция «Информатика и прикладная математика», 27-30 сентября 2017 г., Алматы, Казахстан;

ITI 2017: 2nd International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ITI), Sep 14, 2017 – Sep 16, 2017, Varna, Bulgaria;

XV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2016), 3-7 октября 2016, Смоленск;

VI международная научно-техническая конференция "Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем" (Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2016)). (Минск, 18-20 февраля 2016);

IX World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation WCIS-2016, Tashkent, October 25-27; Interactive Collaborative Robotics. First International Conference, ICR 2016, Budapest, Hungary, August 24-26, 2016.

Заключение

Диссертационная работа Карпова В.Э. на тему «Методы группового управления искусственными агентами на основе моделей социального поведения» на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – "Системный анализ, управление и обработка информации" является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема, имеющая важное значение для создания эффективных способов организации групповых робототехнических систем и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Диссертация соответствует требованиям п. 14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (в действующей редакции), и не содержит заимствованного материала без ссылки на авторов.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности "Системный анализ, управление и обработка информации" по формуле и по областям исследования: пп.3, 4, 5 и 9: (3) разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации; (4) разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации; (5) разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации; (9) разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов.

Диссертация Карпова Валерия Эдуардовича на тему «Методы группового управления искусственными агентами на основе биологически инспирированных моделей поведения» рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – "Системный анализ, управление и обработка информации".

Заключение принято на заседании Научно-технического совета Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт».

Присутствовало на заседании – 24 человек из списочного состава.

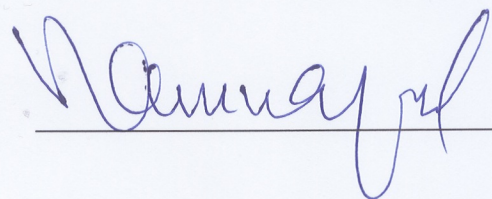
Результаты голосования:

«за» – 24 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.

Протокол № 109-8прНТС от 23.12.2021 г. заседания Научно-технического совета Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий от 23.12.2021 г.

Кашкаров Павел Константинович

помощник президента Центра, заместитель
председателя Научно-технического совета
Курчатовского комплекса
НБИКС-природоподобных технологий,
д.ф.-м.н., профессор



Демин Вячеслав Александрович

учёный секретарь Научно-технического
совета Курчатовского комплекса
НБИКС-природоподобных технологий,
к.ф.-м.н.



*Подписи Кашкарова П.К. и Демина В.А.
заверяю*

Еремин Илья Игоревич
главный учёный секретарь Центра

