

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по научной работе  
ЦНИИ РТК

к.ф.-м.н. /

Грязнов Н.А.

«01» июля 2016 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного научного учреждения «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики»

Диссертация «Нейроморфные системы управления на основе модели импульсного нейрона со структурной адаптацией» выполнена в Центральном научно-исследовательском и опытно-конструкторском институте робототехники и технической кибернетики.

В период подготовки диссертации соискатель Бахшиев Александр Валерьевич работал в федеральном государственном автономном научном учреждении «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», в лаборатории систем технического зрения отдела систем технического зрения и управления динамическими объектами, в должностях ведущего программиста и старшего научного сотрудника.

В 2002 г. окончил Санкт-Петербургский государственный политехнический университет по специальности прикладная механика.

В 2005 г. окончил очную аспирантуру Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Удостоверение/справка о сдаче кандидатских экзаменов № 15/384-3, выдано в 2016 г. Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого.

Научный руководитель/консультант – Станкевич Лев Александрович, основное место работы: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, профессор кафедры «Системный анализ и управление (САУ)» Института компьютерных наук и технологий (ИКНТ).

По результатам рассмотрения диссертации «Нейроморфные системы управления на основе модели импульсного нейрона со структурной адаптацией» принято следующее заключение:

1. В диссертационной работе Бахшиев Александра Валерьевича предложен новый подход к разработке нейроморфных систем со структурной адаптацией. Разработана новая математическая модель технического нейрона, предложена архитектура нейроморфной системы, разработаны модели ее

модулей. В настоящее время существует множество задач управления и обработки информации, для которых традиционные методы недостаточно эффективны. Предложенные в диссертации модели и специальное программное обеспечение позволяют повысить эффективность создания систем, решающих такие задачи на базе существующих методов, а также предложить новые, перспективные методы решения слабо формализуемых задач.

2. Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают персональный вклад автора в опубликованных работах. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был значительным. Представленные к защите результаты получены лично автором.

3. Достоверность подтверждена практическим применением разработанных моделей и программных средств, а также апробацией основных научно-практических положений публикациями в рецензируемых журналах и апробацией в проектах конкретных систем различного назначения.

4. Новизна и практическая значимость результатов исследования

В работе предложена новая модель нейрона как функционального элемента искусственных нейронных сетей, применение которой позволяет повысить эффективность создания новых нейроморфных систем управления и обработки информации.

Также предложена новая иерархическая архитектура нейроморфных систем со структурной адаптацией, построенная на основе новой модели нейрона и известных из нейрофизиологии принципах формирования биологических нейронных сетей.

Разработано специализированное программное обеспечение для моделирования нейронов со структурной адаптацией и нейронных сетей на их основе, а также произвольных динамических систем и алгоритмов, структура и функции которых изменяются во время выполнения. Это позволяет реализовывать системы обработки данных и управления, гибко адаптируемые к заранее не запланированным изменениям во входных данных и перечне решаемых системой задач.

5. Предложенные модели нейрона и нейроморфных систем были применены в создании новых систем управления роботами (грант РФФИ 12-07-00748-а). Разработанные программные средства моделирования систем со структурной адаптацией используются как основное средство разработки при реализации текущих проектов ЦНИИ РТК в области систем технического зрения и управления роботами.

6. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней и п.п. 4, 5, 9 Паспорта специальностей ВАК (технические науки) по специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации.

7. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 11 печатных работах, в т.ч. 5 печатных работ в рекомендованных ВАК изданиях, и приведены в 3 научно-технических отчетах по НИР.

Публикации достаточно полно отражают основные результаты исследований автора, составляющих содержание диссертации. Список основных публикаций приведен ниже.

- 1) Бахшиев, А.В. Нейрон с произвольной структурой дендрита, математические модели биологических прототипов / А.В. Бахшиев, С.П. Романов. // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. - 2009. - №3. - С.71-80.
- 2) Бахшиев, А.В. Моделирование процессов преобразования импульсных потоков в нейронных структурах управления мышечным сокращением / А.В. Бахшиев, С.П. Романов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. - 2009. - №11. - С.70-79.
- 3) Бахшиев, А. В. Перспективы применения моделей биологических нейронных структур в системах управления движением / А. В. Бахшиев // Информационно-измерительные и управляющие системы. - 2011. - №9. - С 71-80.
- 4) Бахшиев, А.В. Воспроизведение реакций естественных нейронов как результат моделирования структурно-функциональных свойств мембраны и организации синаптического аппарата / А.В. Бахшиев, С.П. Романов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. - 2012. - №7. - С.25-35.
- 5) Нейроморфные системы управления роботами / А.В. Бахшиев, И.В. Ключков, В.Л. Косарева, Л.А. Станкевич // Робототехника и техническая кибернетика. - Изд-во ЦНИИ РТК. - 2014. - №2(3). - С.40-44.
- 6) Bakhshiev, A.V. Mathematical Model of the Impulses Transformation Processes in Natural Neurons for Biologically Inspired Control Systems Development / , A.V. Bakhshiev, F.V. Gundelakh // Supplementary Proceedings of the 4th International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST-SUP 2015), April 9-11. - Yekaterinburg, Russia, 2015. Published on CEUR-WS.- Vol. 1452. - P. 1-12. Scopus. - 15.10.2015. Online: <http://ceur-ws.org/Vol-1452/>
- 7) Бахшиев, А.В. Исследование метода запоминания пространственных конфигураций робототехнической системы на нейронных сетях со структурной адаптацией / А.В. Бахшиев, Ф.В. Гунделах // Робототехника и техническая кибернетика. Изд-во ЦНИИ РТК. - 2015. - №3(8). - С.46-51.
- 8) Бахшиев, А.В. Разработка и исследование бионической модели нейронной сети для управления движением робототехнических систем / А.В. Бахшиев, Ф.В. Гунделах // Исследования наукограда : Изд-во ООО «Умный город». - 2015. - №3(13). - С.31-35.
- 9) Бахшиев, А.В. Методические основы проектирования систем поддержания динамической устойчивости для реабилитации пациентов с нейромоторными заболеваниями / А.В. Бахшиев, Е.Ю. Смирнова, П.Е. Мусиенко // Извес-

ствия ЮФУ. Технические науки. - 2015. - №10 (171), октябрь. - С. 201-213.

10) Гунделах, Ф.В. Исследование модели нейронной сети со структурной адаптацией для согласованного управления движением нескольких степеней подвижности робота / Ф.В. Гунделах, А.В. Бахшиев // Сборник трудов научного форума с международным участием «Неделя науки СПбПУ» материалы научно-практической конференции. Институт металлургии, машиностроения и транспорта СПбПУ. - Часть 2. - Санкт-Петербург, 2015. - С. 407-409.

11) Бахшиев, А.В. Моделирование иерархической спайковой нейронной сети для управления поведением мобильных роботов / А.В. Бахшиев, Ф.В. Гунделах // Всероссийская научно-техническая конференция "Интеллектуальные системы, управление и мехатроника – 2016": Сборник научных трудов. - 2016. - С. 43-48.

8. Диссертация «Нейроморфные системы управления на основе модели импульсного нейрона со структурной адаптацией» Бахшиева Александра Валерьевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации.

Заключение одобрено на заседании научно-технического совета.

Присутствовало на заседании 19 чел.

Результаты голосования: «за»- 19 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол №7 от «25» мая 2016 г.