

Борданов И.А., Сакулин А.Е.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент, доцент каф. ПИН С.Н. Данилин
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: bordanov2011@yandex.ru*

Основные причины снижения отказоустойчивости искусственных нейронных сетей нового поколения

Публикации ведущих зарубежных и российских экспертов и исследователей показывают, что наиболее перспективными элементами технической базы реализации нейроморфных суперкомпьютеров на основе искусственных нейронных сетей нового поколения (ИНСМ) являются наномемристоры [1-4]. Новая элементная база позволяет создавать сверхвысокопроизводительные вычислительные средства с основными параметрами (точность, отказоустойчивость, надежность, быстродействие, энергозатраты) на несколько порядков лучше существующих.

Практически достигнутые ключевые показатели ИНСМ значительно уступают их потенциальным значениям из-за влияния объективных и субъективных внутренних и внешних дестабилизирующих факторов. Прежде всего, значительно снижается точность и стабильность электрофизических свойств элементов, что влечет за собой недопустимое снижение отказоустойчивости и надежности функционирования ИНСМ [5].

Из результатов работ авторитетных теоретиков и практиков, опубликованных в печати и на научно-технических форумах, следует, что основные причины названного явления заключаются: в несовершенстве теории синтеза, функционирования, настройки, проектирования, конструирования, производства и эксплуатации ИНСМ [2,6]; в несовершенстве технологий производства нано размерных электронных элементов [7,8]; в уникальных малоизученных электрофизических свойствах мемристоров [9].

Кроме вышеназванных причин, авторы работ [10,11] установили и показали, что ИНСМ следует исследовать, проектировать, производить и эксплуатировать, как единые физическо-информационные объекты, реализованные аппаратно-программными обучаемыми средствами. Информационные и физические внутренние и внешние дестабилизирующие штатное функционирование ИНСМ факторы действуют в общем случае зависимо и совместно по нелинейной зависимости при масштабировании.

Согласно теории системного анализа, для успешного решения выше рассмотренного большого числа взаимосвязанных проблем, следующим перспективным этапом работ должно быть освоение новых алгоритмов и подходов к системному проектированию, производству и эксплуатации ИНСМ.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-07-01215

Литература

1. Merritt R. AI Becomes the New Moore's Law [Электронный ресурс] // EE Times. 2018. 13 июля. URL: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1333471 (Дата обращения: 3.09.2018).
2. Научный семинар «Нейроморфные системы и их реализация» [Электронный ресурс] // НИИ Молекулярной электроники. 2018. 24 января. URL: <http://www.niime.ru/press-center/news/440-nauchnyy-seminar-neyromorfnye-sistemy-i-ikh-realizatsiya-proshel-v-niime/> (Дата обращения: 5.09.2018).
3. Старовойтов А.В., Галушкин А.И. Новые технологии микроэлектроники и разработки перспективных нейрокомпьютеров // Информатизация и связь. 2017. №1. С.7-17.

4. Yang C., Kim H., Adhikari S.P., Chua L.O. A Circuit-Based Neural Network with Hybrid Learning of Backpropagation and Random Weight Change Algorithms // *Sensors*. 2017. Vol. 17(1). doi:10.3390/s17010016
5. О применимости мемристоров в нейроморфных вычислениях. 2018 ZET №15. PP. 9-12. (Derbyshire, Katherine. Integrating Memristors for Neuromorphic Computing. *Semiconductor Engineering*, May 16, 2018: <https://semiengineering.com/integrating-memristors-for-neuromorphic-computing/>).
6. Галушкин А.И. На пути к нейрокомпьютерам с использованием мемристоров // «Нейрокомпьютеры с использованием мемристоров» - приложение к журналу «Информационные технологии». 2014. №4. С. 3-48. .
7. F. Merrikh Bayat, M. Prezioso, B. Chakrabarti, I. Kataeva, D. Strukov Implementation of Multilayer Perceptron Network with Highly Uniform Passive Memristive Crossbar Circuits // *Nature communications* 9 (1), 2331, 2018.
8. К вопросу изменчивости параметров приборов и процессов. *Зарубежная электронная техника*, вып. 6 (6680) от 21.03.2019 с. 27-33.
Sperling Ed. Variation Issues Grow Wider And Deeper. *Semiconductor Engineering*, January 24, 2019: <https://semiengineering.com/variation-issues-grow-wider-and-deeper/>
9. Chua, L. Five non-volatile memristor enigmas solved // *Applied Physics*. 2018. 124. PP. 563-606. doi:10.1007/s00339-018-1971-0.
10. Данилин С.Н., Щаников С.А., Сакулин А.Е. Определение функциональных допусков искусственных нейронных сетей на основе наномемристоров // *Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета*. 2017. №3(61). С. 25-31. (DOI: 10.21667/1995-4565-2017-1-3-25-31)
11. Данилин С.Н., Щаников С.А. Пантелеев С.В. Определение функциональных допусков искусственных нейронных сетей на базе мемристоров при наличии шумов во входном сигнале // *Радиотехнические и телекоммуникационные системы*. 2017. №4. С. 70-77.