

Сакулин А.Е.

*Научный руководитель: к.т.н., декан ФИТ С.А. Щаников
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: alexander.sakulin33@ya.ru*

Разработка и исследование имитационных моделей искусственных нейронных сетей на базе мемристоров для оптимизации точности их функционирования

В настоящее время многими научно-исследовательскими коллективами ведутся разработки моделей архитектур искусственных нейронных сетей на базе мемристоров (ИНСМ). Интерес к ним обусловлен тем, что устройства на базе мемристоров обладают рядом преимуществ (по надежности, быстродействию, энергопотреблению и др.) перед высокопроизводительными вычислительными средствами, разработанными с использованием имеющихся технологий [1, 2].

Анализ открытых научно-технических источников показал следующее. Реализованы компьютерные модели ИНСМ [3] с применением программной системы Memristor Toolbox [4] для MATLAB. Она включает в себя модели мемристоров в соответствии с их аналитическим описанием, представленным Леоном Чуа [5] для мемристора, контролируемого зарядом и аналитическим описанием мемристора, адекватным его физической реализации как наноразмерного элемента, в котором функциональные зависимости между мемристивностью, током и напряжением обеспечиваются за счёт ионного дрейфа в полупроводниковых плёнках. Данная система позволяет создавать модели ИНСМ с применением элементов стандартных библиотек Simulink MATLAB. Недостатком данной системы является то, что она позволяет моделировать только на уровне схемных элементов, это значительно повышает требования к используемым для исследования аппаратным средствам и сокращает круг исследовательских задач. Также к недостаткам можно отнести низкую стабильность работы моделей мемристоров и частые ошибки во время симулирования работы моделей.

Таким образом, известные подходы предполагают рассмотрение только физических явлений и процессов, являющихся носителями информации и применимы лишь для ограниченного круга решения задач [6]. Устройства с нейросетевой архитектурой на базе мемристоров необходимо моделировать и исследовать как единый физико-информационный объект, реализуемый аппаратно-программными обучаемыми средствами [7]. В связи с этим авторами предложен новый подход к разработке и исследованию устройств с нейросетевой архитектурой на базе наномемристоров, основанный на научной методологии системного анализа и имитационного моделирования. Были разработаны имитационные модели нейронных сетей, имеющие возможность задания функции отличия идеального элемента от реальной физической реализации, а также модели входных сигналов исследуемых устройств, с возможностью задания уровней и типов шумов и помех. Все это позволяет приблизить проводимые эксперименты к реальным и дает возможность оптимизации точности функционирования искусственных нейронных сетей на базе мемристоров.

Разработанные модели позволяют проводить исследования динамики функционирования ИНСМ с учетом внутренних и внешних дестабилизирующих факторов и вносят значимый вклад в их проектирование.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-07-08330.

Литература

1. Галушкин А.И. Мемристоры в развитии высокопроизводительной вычислительной техники // Информационные технологии. 2015. №2. С. 146-156.
2. Галушкин А.И. На пути к нейрокомпьютерам с использованием мемристоров // Приложение к журналу "Информационные технологии". 2014. №4. С.2-19.

3. Adhikari et al.: Memristor Bridge Synapse-Based Neural Network and Its Learning IEEE Transactions on neural networks and learning systems, vol. 23, no. 9, 2012.
4. Memristor Circuit Investigation through a new Tutorial Toolbox, A. Walsh, R. Carley, O. Feely, A. Ascoli, in Proc. European Conference on Circuit Theory and Design, Dresden, September 2013.
5. Chua, L.O. Memristor – the missing circuit element // IEEE Trans. Circuit Theory. 1971. Vol. 18. PP. 507.
6. Данилин С.Н., Щаников С.А. Проблемы проектирования ИНСМ с заданной точностью функционирования // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2016. №4. С. 3-11.
7. Данилин С.Н., Щаников С.А. Исследование точности функционирования нейросетевых компонентов РТС на основе мемристоров // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2015. № 1 (17). С. 39-48.