

## КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

DOI: 10.1134/S1992722321060121

Уважаемые читатели!

Представляем очередной тематический выпуск журнала “Российские нанотехнологии”, посвященный весьма актуальному в настоящее время направлению исследований и разработок “Наноматериалы, компоненты и вычислительные системы для реализации нейроморфных принципов обработки и хранения информации”.

Тема использования биоподобных принципов для построения искусственных вычислительных и запоминающих устройств относительно недавно получила мощный импульс развития за счет экспериментального открытия в 2008 г. нового компонента электрофизических систем – мемристора. Мемристор представляет собой электрически перезаписываемую ячейку памяти с пороговым характером резистивного переключения. В общем случае данный элемент имеет многозначный или даже аналоговый диапазон значений сохраняемых сопротивлений, между которыми возможен контролируемый плавный переход. В этом смысле мемристор имитирует главное свойство биологических межнейронных контактов (синапсов) – так называемую синаптическую пластичность – и потому может быть использован для создания аппаратно-программных нейроморфных комплексов, демонстрирующих некоторые ключевые функции живой нервной системы.

Выполнение массива мемристоров в архитектуре типа “кроссбар”, т.е. на пересечении электродных шин (строк и столбцов), обеспечивает возможность не просто хранения адресуемых синаптических весов, но также вычислений непосредственно в памяти устройства, за счет физического сложения токовых сигналов, взвешенных проводимостями мемристорных ячеек. Данное свойство, а также возможность миниатюризации мемристора в область наноразмеров обуславливают перспективу принципиального (на 2–3 порядка величины) повышения энергоэффективности и производительности нейроморфного процессора, построенного на базе мемристоров, даже по сравнению с существующими и появляющимися специализированными решениями для

ускорения нейросетевых алгоритмов искусственного интеллекта на основе только цифровых компонентов.

В то же время, несмотря на большое разнообразие известных мемристорных материалов и эффектов резистивного переключения, мемристорный элемент с характеристиками, подходящими для промышленного использования в нейроморфных вычислениях, пока не найден. Причины – и в сложном, нелинейном характере резистивного переключения, зависящего, в том числе, от стохастичности процессов на наноуровне, и во взаимном антагонизме требуемых свойств, таких как, например, большое время удержания состояния и одновременно плавный характер резистивного переключения (пластичность), и в вопросах совместимости с развитыми технологическими нормами микроэлектроники.

С другой стороны, продолжается поиск оптимальных алгоритмов настройки (обучения) массивов мемристоров, эффективных моделей нейроморфных элементов, архитектур реализуемых новых методов искусственного интеллекта, в частности на основе импульсных нейронных сетей, и многого другого.

Во всех указанных направлениях уже пройден большой путь, продемонстрированы эффективные мемристорные элементы и нейроморфные системы, но еще многое предстоит сделать. В настоящем выпуске представлены некоторые ключевые российские работы в этой сфере. Вклад отечественной науки сегодня вполне соответствует мировому уровню. Тем не менее требуется дальнейшая консолидация усилий в этой важной отрасли природоподобных технологий, сулящей уникальную возможность развития основ национальной безопасности и ответа на большие вызовы Стратегии научно-технологического развития России.

*Главный редактор, член-корреспондент РАН*

*Профессор М.В. Ковальчук*

*Приглашенный редактор выпуска:*

*кандидат физ.-мат. наук В.А. Демин*