

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Теплова Георгия Сергеевича «Разработка модели искусственного нейрона с динамической функцией активации на базе мемристивных компонентов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро - и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

В настоящее время в связи с опережающим развитием информационных технологий и текущим прогрессом в области освоения программных алгоритмов нейронных сетей для искусственного интеллекта возникает необходимость в обработке больших объемов данных (big data), реализации сложных параллельных вычислений и программно-аппаратном решении нетривиальных когнитивных задач, с которыми ежедневно справляется человеческий мозг. В частности, на сегодняшний день особенно актуальным становится машинное обучение для распознавания образов, синтеза речи, диагностики и прогнозирования, создание систем технического зрения для автономной навигации наземного транспорта и интеллектуальных систем мониторинга движения беспилотных летательных аппаратов. Прогресс в этой области главным образом направлен на развитие пост-КМОП технологий маломощных нейроморфных архитектур на базе мемристивных элементов, способных полноценно имитировать функциональность биологических нейронов и синапсов. Это связано с тем, что современная компьютерная архитектура фон Неймана на технологии КМОП имеет сильно ограниченные временные и энергетические ресурсы вследствие последовательного обращения к памяти и вычислительному блоку, что не позволяет в полной мере реализовать алгоритмы работы систем искусственного интеллекта. В свою очередь, поиск оптимальной технологии мемристоров для создания ключевых элементов нейроморфной архитектуры, в частности, искусственного нейрона, а также ее схмотехническая реализация требует создания полноценной компактной модели искусственного нейрона с приближенной к своему биологическому прототипу функцией активации. Диссертация Теплова Г.С. направлена на решение этой актуальной на сегодняшний день задачи.

С практической точки зрения стоит отметить, что предложенная Тепловым Г.С. модель мемристора учитывает физические особенности работы существующих мемристивных компонентов, что позволяет описывать мульти-резистивные состояния с учётом вариации их параметров. Предлагаемое автором решение учитывает два типа отказов мемристора и включает механизм, обеспечивающий отклонения в количестве циклов переключения от устройства к устройству в процессе моделирования электрической схемы, что соответствует данным о реальных образцах. Наибольшим преимуществом предлагаемого формализма выступает возможность определения характеристик и девиаций параметров, вносящих превалирующий вклад в выходной ток. На основе модели Тепловым Г.С. также детально проанализировано влияние параметров мемристора на предпочтительный режим работы искусственного нейрона на примере МДМ структур, что представляет определенный интерес для дальнейшего прогресса на пути к аппаратной реализации нейроморфных систем.

Имеются небольшие замечания. Так для наглядности результатов исследования на основе разработанной модели автору хорошо было бы привести в автореферате сравнительную таблицу параметров работы различных типов мемристивных компонентов в качестве искусственного нейрона. Также на рис. 6 на стр. 18 на графиках отсутствует легенда к двум типам кривых, обозначенных различным цветом. Однако указанные замечания не сказываются на общем положительном впечатлении от работы, которая является законченным научным исследованием и выполнена на высоком научном уровне.

Судя по содержанию автореферата, диссертация Теплова Г.С. «Разработка модели искусственного нейрона с динамической функцией активации на базе мемристивных

компонентов» отличается актуальностью и оригинальностью полученных результатов, в полной мере соответствует требованиям ВАК РФ, а ее автор, Теплов Георгий Сергеевич, является сформировавшимся специалистом в своей области и, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро - и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Кандидат физико-математических наук,

руководитель научно-исследовательской лаборатории

«Исследование изделий нано - и микросистемной техники» (НИЛ ИИ),

ЦКП «Микросистемная техника и электронная компонентная база»,

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1

E-mail: gddemin@gmail.com, **тел.** +7-499-720-69-07

Демин Г.Д.

Подпись Г.Д. Демина заверяю
Начальник отдела кадров

ФГАОУ ВО «Национальный

исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



Заболотный С.В.