

## ОТЗЫВ

научного руководителя, доктора технических наук Горнева Е.С. на диссертационную работу Теплова Г.С. «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 нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

Теплов Георгий Сергеевич проводит исследовательскую работу под моим руководством с 2014г. по настоящее время, успешно закончив за это время аспирантуру на кафедре микро- и нанoeлектроники МФТИ (ГУ). В отделе № 28 АО «НИИМЭ» диссертант работает в должности научного сотрудника лаборатории № 1 на протяжении трех лет. Теплов Г.С. проявил себя квалифицированным и ответственным специалистом, способным самостоятельно ставить и решать сложные научные задачи в области модельного описания современной компонентной базы и смежных с ней областей. Диссертант обладает надлежащим уровнем образования, внимания, работоспособности и целеустремленности, необходимым для современного исследователя, что было практически подтверждено в процессе его работы в коллективе исследователей над темой «Исследование и разработка нейросетевых и клеточно-автоматных технологий в проектировании сверхбольших интегральных схем», поддержанной грантом РФФИ № 17-07-00570 А.

Основным направлением диссертационной работы Теплова Г.С. стало теоретическое исследование аппаратной реализации структурной схемы одиночного нейрона с применением новой компонентной базы мемристивных элементов, имеющих практически важные следствия для нейроморфных систем микроэлектроники.

Тема и результаты диссертации представляют безусловный научный и прикладной интерес. Это обусловлено тем, что в результате работы Теплова

Г.С. впервые получено математическое описание искусственного нейрона с динамической функцией активации обобщающей два типа основных применяемых в аппаратных реализациях агрегационных функций. В определенных условиях, описанных автором, формализм предлагаемой модели позволяет увеличить область задания функций агрегации путем не равномерного задания значений весов синапса. Предлагаемая структурная схема имплементации искусственного нейрона учитывает физические особенности применяемых в своем составе мемристивных элементов.

В качестве основных результатов следует выделить:

- модельные представления, математические оценки и результаты компьютерного моделирования, полученные в рамках развиваемых представлений о возможности получения множества состояний проводимости на единичном мемристивном компоненте;
- выделенные автором характеристики и параметры мемристивных структур позволяющие снизить дисперсию агрегированного сигнала;
- предложенная автором структурная схема имплементации искусственного нейрона позволяющая производить учет амплитуды агрегированного сигнала в каждый момент времени активации нейрона;
- модельные представления мемристивного элемента позволяют применять его в качестве библиотечного элемента САПР Cadence при проектировании интегральных схем, в общем и нейроморфных структур, в частности.

Научная и прикладная составляющие актуальности темы, высокий уровень новизны и достоверности полученных результатов, в том числе практически значимых, в совокупности с положительной характеристикой автора позволяют сделать вывод, что работа Теплова Георгия Сергеевича на тему «Разработка модели искусственного нейрона с динамической функцией активации на базе мемристивных компонентов» в полном объеме удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациями на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 - твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах, а

её автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель:

д-р тех. наук по специальности

05.27.01 – твердотельная электроника,

радиоэлектронные компоненты, микро-

и наноэлектроника, приборы на

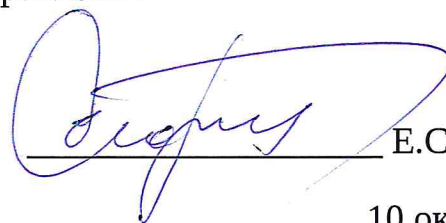
квантовых эффектах,

заместитель руководителя

приоритетного технологического направления

по электронным технологиям

АО «НИИМЭ»



Е.С. Горнев

10 октября 2018 г.

Подпись Горнева Е.С. заверяю.



Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники» (АО «НИИМЭ»)

Тел.: +7(495)229-72-76

E-mail: [egornev@niime.ru](mailto:egornev@niime.ru)



124460, Россия, г. Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, д.12, стр. 1.