

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Щеголева Андрея Евгеньевича

«Разработка элементной базы для сверхпроводниковых искусственных нейронных сетей на основе макроскопических квантовых эффектов», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математической наук по специальности 01.04.15

«Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика»

Научную работу А.Е. Щеголев начал ещё студентом на кафедре атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в 2013 году. После окончания с отличием физического факультета МГУ А.Е. Щеголев продолжил работу над темой представленной диссертации в аспирантуре физического факультета МГУ в 2017 – 2020 годах. Данная работа успешно завершена к настоящему времени.

За время работы над диссертацией А.Е. Щеголевым был проведён большой объём теоретических исследований, включающий в себя компьютерное моделирование сложных физических систем и процессов. Результаты диссертации опубликованы в ведущих зарубежных журналах и представлены на международных конференциях. Диссертационная работа посвящена разработке эффективной элементной базе искусственных нейронных сетей, использующей макроскопические квантовые эффекты, и призванная обеспечить эффективную интеграцию с полупроводниковой и оптической технологиями.

Исследования, проведённые в диссертации, относятся к активно развивающейся области искусственного интеллекта и искусственных нейронных сетей. Спектр применений данных технологий обширен: технология «умного дома», автопилот, исследование космического пространства и др.

Коротко основные результаты, полученные А.Е. Щеголевым, в рамках данной диссертации, могут быть сформулированы следующим образом:

- 1) Показано, что на базе сверхпроводникового квантрона возможно создать полноценные базовые элементы искусственных нейронных сетей, таких как персептрон, РБФ-сеть и свёрточная нейронная сеть: нейрон, синапс, фильтрующий элемент ReLU;
- 2) Проведено исследование статических и динамических характеристик сверхпроводниковых нейрона и синапса и найдены оптимальные параметры для корректного функционирования в сетях типа персептрон и РБФ-сеть;
- 3) Проведено исследование статических и динамических характеристик фильтрующего элемента ReLU и найдены оптимальные параметры для его корректного функционирования в свёрточных нейронных сетях;
- 4) Разработана методика, позволяющая реализовать обучение нейронной сети (методом обратного распространения ошибки) аппаратным методом на чипе;
- 5) Проведено моделирование работы нейронной сети с использованием передаточных характеристик разработанного сверхпроводникового нейрона;
- 6) Разработан метод увеличения эффективности детектирования болометрического детектора для оперирования в ТГц, ближнем и дальнем ИК диапазонах;

7) Разработан подход, позволяющий исследовать и оптимизировать «фотонные» каналы передачи данных, а также управлять распространением данных в оптических волноводах в составе гибридных нейронных систем.

А.Е. Щеголев участвовал в качестве исполнителя в проектах выполнения проектов Российского Научного Фонда, Российского Фонда Фундаментальных Исследований, Фонда развития теоретической физики и математики «Базис», а именно:

- «Пост-кремниевая сверхпроводниковая электроника на базе наноразмерных джозефсоновских контактов для систем обработки больших объемов данных» (2020 – 2022);
- «Физические и инженерные основы вычислителей не фон Неймановской архитектуры на базе сверхпроводниковой спинтроники» (2020 – 2023);
- «Разработка новой элементной базы цифровой сверхпроводниковой электроники с магнитными материалами» (2017 – 2019);
- «Разработка физических основ элементной базы современной сверхпроводниковой электроники и спинтроники» (2015 – 2016);
- «Когнитивные комплексы приема, обработки и защиты информации на основе сверхпроводниковой элементной базы нового поколения» (2016 – 2019);
- «Разработка элементной базы для сверхпроводниковых искусственных нейронных сетей на основе макроскопических квантовых эффектов» (2019 – 2020);
- «Элементы логических устройств на основе сверхпроводящих квантовых интерферометров» (2017 – 2020).

А.Е. Щеголев является соавтором 10 публикации в изданиях, индексируемых поисковыми системами Web of Science и/или Scopus, включая статьи в таких высокорейтинговых журналах, как *Beilstein Journal of Nanotechnology*, *Superconductor Science and Technology*, *Journal of Applied Physics*.

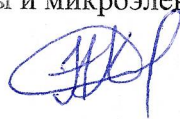
Рекомендую диссертацию Щеголева Андрея Евгеньевича «Разработка элементной базы для сверхпроводниковых искусственных нейронных сетей на основе макроскопических квантовых эффектов» к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.15 «Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика».

Научный руководитель, доцент, доктор технических наук,

доцент кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники

физического факультета МГУ

17 августа 2020 г.



Кленов Н.В.

Подпись научного руководителя Кленова Николая Викторовича

доцента кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники, заверяю

