

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Ружицкого Всеволода Игоревича

«Новые физические подходы к решению задачи масштабирования элементной базы цифровой сверхпроводниковой электроники», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.15

«Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика»

В.И. Ружицкий начал научную работу с выполнения курсовой работы на втором курсе на кафедре атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в 2012 году. После окончания обучения на физическом факультете В.И. Ружицкий успешно продолжил работу над темой представленной диссертации в аспирантуре физического факультета МГУ с 2017 по 2021 годов, параллельно работая в МГУ имени М.В. Ломоносова в НИИЯФ и на физическом факультете.

За время работы над диссертации В.И. Ружицким был произведен анализ аналитических уравнений для наноразмерного джозефсоновского контакта, а также проведен расчёт его характерного напряжения для различных значений параметра подавления сверхпроводимости на границе сверхпроводника с нормальным металлом в диапазоне температур от нуля до критической температуры сверхпроводящих электродов. В.И. Ружицкий участвовал в разработке концепции нового представления информации в сверхпроводниковых логических схемах и в проектировании элементной базы на ее основе. Им было произведено моделирование, анализ и подбор параметров спроектированных схем. Он лично разработал программный комплекс, осуществляющий генерацию и решение уравнений для заданных схем. Помимо этого, В.И. Ружицкий принимал участие при подготовке докладов и публикаций по результатам исследований.

Из результатов, полученных за время выполнения диссертационной работы, можно выделить целый ряд полученных результатов, обладающих высокой теоретической и практической значимостью и представляющих интерес для дальнейшего применения в области создания сверхпроводниковой цифровой электроники:

1. Разработана модель наноразмерного джозефсоновского контакта для цифровой сверхпроводящей электроники;
2. Рассчитан тепловой баланс для наноразмерного джозефсоновского контакта, демонстрирующий его работоспособность в реальных условиях;
3. разработана новая концепция физического представления информации в сверхпроводниковой логике, в основе которой лежит бистабильный джозефсоновский контакт. Спроектирован ряд компонентов элементной базы без использования соединительных индуктивностей: базовый блок, ячейки памяти с различными механизмами операций записи и считывания, RS и T триггера, 8-ми битный сумматор;
4. Произведено моделирование и подбор рабочих параметров для разработанной элементной базы;
5. Рассчитан рабочий диапазон параметров RS-триггера, демонстрирующий работоспособность схемы при разбросе её параметров $\pm 20\%$.

Результаты по применению магнитных джозефсоновских контактов для улучшения характеристик сверхпроводниковых схем были использованы для составления международной дорожной карты для устройств и систем в главе "Криогенная электроника и квантовая обработка информации" в 2021 году.

В.И. Ружицкий участвовал в проектах Российского Научного Фонда, Российского Фонда Фундаментальных Исследований, Фонда развития теоретической физики и математики «Базис», а именно:

- «Физические и инженерные основы вычислителей не фон Неймановской архитектуры на базе сверхпроводниковой спинтроники» (2020 -- 2023)
- «Пост-кремниевая сверхпроводниковая электроника на базе наноразмерных джозефсоновских контактов для систем обработки больших объемов данных» (2020 -- 2022)
- «Разработка программного комплекса для моделирования и проектирования элементов искусственных нейросетей на основе макроскопических квантовых эффектов» (2020 -- 2021)
- «Вычислительные устройства на базе топологически-неоднородных джозефсоновских структур» (2019 -- 2021)
- «Разработка новой элементной базы цифровой сверхпроводниковой электроники с магнитными материалами» (2017 -- 2019)
- «Разработка физических основ элементной базы современной сверхпроводниковой электроники и спинтроники» (2015 -- 2016)
- «Физические основы создания компактной и быстрой джозефсоновской памяти, сопряженной с энергоэффективной сверхпроводниковой электроникой» (2014 -- 2015)
- «Разработка элементной базы для энергоэффективных сверхпроводниковых и полупроводниковых систем детектирования сигнала, приема и обработки информации» (2014 -- 2015)
- «Сверхпроводниковый спиновый вентиль на основе джозефсоновского перехода с прослойкой из изолятора, сверхпроводника и ферромагнетика» (2012 -- 2013)

В.И. Ружицкий является соавтором 8 рецензируемых работ по теме диссертации, из которых 7 статей опубликованы в журналах, индексируемых Web of Science и/или Scopus, включая статьи в таких высокорейтинговых журналах, как *Physical Review Applied*, *Physical Review B*, *Superconductor Science and Technology*.

Рекомендую диссертацию Ружицкого Всеволода Игоревича «Новые физические подходы к решению задачи масштабирования элементной базы цифровой сверхпроводниковой электроники» к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.15 – «Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика».

Научный руководитель

ведущий научный сотрудник,
НИИЯФ имени Д.В. Скобельцына
МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук

17.10.2021

И. И. Соловьёв

Подпись Соловьёва И.И. удостоверяю

Ученый секретарь НИИЯФ МГУ

Е. А. Сигаева