

ОТЗЫВ

Научного руководителя о диссертанте Парамонове Максиме Евгеньевиче, выполнившим работу по теме «Оптимизация сверхпроводниковых туннельных элементов и определение их параметров», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 «Радиофизика».

Парамонов Максим Евгеньевич в 2012 году окончил Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова по специальности «Физика», специализация «Физика твердого тела», получен диплом специалиста. С 01.10.2020 по 30.09.2024 проходил обучение в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Российской академии наук Института радиотехники и электроники (ФГБУН ИРЭ) им. В.А. Котельникова Российской академии наук по специальности 1.3.4 «Радиофизика» и по окончании получил диплом по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2024 года отделом аспирантуры, докторантуры и стажировки ФГБУН ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН. В период подготовки диссертации Парамонов М.Е. работал в ФГБУН ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН с 2017 года в должности младшего научного сотрудника, с 2022 года по настоящий момент работает в должности научного сотрудника.

За время работы в Институте Максим Парамонов проявил себя как инициативный и целеустремленный исследователь, умеющий решать сложные задачи по различным направлениям научных исследований. Кандидатская диссертация М.Е. Парамонова посвящена оптимизации конструкции сверхпроводниковых интегральных туннельных структур на основе ниобия, определение их электрических параметров и развитие измерительных методик для совершенствования устройств сверхпроводниковой электроники. Тема данной работы является актуальной, так как смесители на основе туннельных переходов сверхпроводник–изолятор–сверхпроводник (СИС) являются наиболее чувствительными входными элементами для когерентных приемников на частотах от 0.1 до 1.2 ТГц; их шумовая температура ограничена только квантовым пределом. Для интегрального генератора гетеродина (расположенного на одном чипе со смесителем) необходимы малая ширина линии генерации и возможность непрерывной перестройки частоты в широком диапазоне.

В диссертационной работе Парамоновым М.Е. проведена оценка основных параметров туннельных барьеров на основе ниобия в диапазоне плотностей тока от 0.1 до 30 кА/см² для трех основных типов сверхпроводящих туннельных структур используемых в схемах когерентных приемников ТГц диапазона. Было показано, что низкие значения высоты нитридных барьеров AlN_x при высокой плотности тока (по сравнению с барьерами из AlO_x), позволяют реализовывать структуры с более толстыми барьерными слоями требуемой плотности тока: это, в свою очередь, открывает возможность изготовления переходов с высокой плотностью тока (больше 15 кА/см²) и малой утечкой при напряжениях ниже щелевого.

Парамоновым М.Е. (в соавторстве) был разработан перестраиваемый по частоте криогенный генератор гетеродина субТГц диапазона на основе распределенного туннельного перехода (РТП) для интегральных приемных систем. Плавная перестройка частоты генератора обеспечивается введением в его конструкцию поглощающих элементов. Диссертантом был также разработан и изготовлен сверхпроводящий

высокочастотный генератор, основанный на перевороте полуфлаксона в длинном джозефсоновском переходе; измерены его основные характеристики по постоянному току и СВЧ. Мощность излучения на детекторе находящемся на том же чипе составила 8 нВт и сравнима с потребляемой мощностью генератора 100 нВт. Ширина линии излучения генератора составила 1.1 МГц, реализован режим ФАПЧ. Новые типы сверхпроводниковых генераторов, помимо радиотехнических приложений, могут найти применение в криогенной квантовой электронике.

Максим Парамонов самостоятельно оптимизировал методику измерений вольт-амперных характеристик переходов с туннельными барьерами: Nb/Al-AlO_x/Nb, Nb/Al-AlN_x/Nb и Nb/Al-AlN_x/NbN в широком диапазоне напряжений, вплоть до предельных 1.5 В, при температуре жидкого гелия. Провел цикл измерений туннельных переходов в диапазоне плотностей тока от 0.1 до 30 кА/см², выполнил обработку полученных зависимостей, сделал оценку основных параметров туннельных барьеров, выполнил их сравнение и анализ. М.Е. Парамоновым самостоятельно были изготовлены сверхпроводящие СВЧ – микросхемы для изучения свойств полуфлаксона генератора методами тонкопленочных технологий на оборудовании, входящим в УНУ «Криоинтеграл» (ИРЭ им. В.А. Котельникова), работоспособность и своевременный ремонт которого также обеспечивались Парамоновым. Максим Парамонов принимал участие в обработке всех экспериментальных результатов и подготовке всех научных публикаций.

М.Е. Парамонов проявил себя как аккуратный и вдумчивый сотрудник, всегда стремящийся к высокому качеству своей работы. Он тщательно анализировал результаты экспериментов, выявлял проблемы, предлагал эффективные решения и проявлял настойчивость и умение для реализации этих решений. Его вклад в успешно законченные научные проекты РФФИ, РНФ, МНВО, выполняемые лабораторией в последние годы, был весьма значительным и позволил достичь поставленных целей.

Основные результаты работы М.Е. Парамонова опубликованы в российских и ведущих зарубежных журналах, а также были представлены на всероссийских и международных конференциях.

Работы М.Е. Парамонова вносят существенный вклад в развитие инструментальной базы для проведения радиоастрономических исследований в диапазоне миллиметровых и субмиллиметровых длин волн. Считаю, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Максим Евгеньевич Парамонов, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 - «Радиофизика».

Научный руководитель
Главный научный сотрудник
ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
Доктор физико-математических наук

Подпись В.П. Кошелеца
Удостоверяю
Ученый секретарь ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
Кандидат физико-математических наук



Кошелец В.П.

Чусов И.И.

14 января 2025г.