

ОТЗЫВ

Официального оппонента Корнева Виктора Константиновича,
профессора, доктора физ.-мат. наук (специальность 1.3.5 - физическая электроника),
профессора кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники
физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова

на диссертацию Парамонова Максима Евгеньевича
“Оптимизация сверхпроводниковых туннельных элементов и определение их
параметров”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.3.4 - радиофизика.

В диссертации Парамонова Максима Евгеньевича излагаются результаты научных исследований и технологических разработок, направленных на создание и совершенствование сосредоточенных и распределенных сверхпроводниковых туннельных структур «сверхпроводник – изолятор – сверхпроводник» (СИС структур) для их использования в качестве смесителя и гетеродина в интегральных сверхпроводниковых приемниках субтерагцевого диапазона частот. Данные исследования и разработки были выполнены соискателем в составе коллектива лаборатории сверхпроводниковых устройств для приема и обработки информации Института радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова РАН.

Диссертация М. Е. Парамонова состоит из Введения, пяти глав, Заключение, раздела с указанием личного вклада автора, списка опубликованных работ автора и списка цитируемой литературы.

Введение описывает цель работы, её научную новизну, практическую значимость. содержит основные положения, которые выносятся на защиту, и информацию об общей структуре содержания диссертации.

Первая глава содержит литературный обзор по методам исследования в субмиллиметровом диапазоне электромагнитных волн, а также содержит описание сверхпроводникового приемника со смесителем и гетеродином на основе соответственно сосредоточенного и распределенного туннельных джозефсоновских переходов.

Во второй главе излагается технология изготовления сверхпроводниковых схем с джозефсоновскими туннельными переходами на основе многослойной пленочной технологии, а также излагается использованная методика измерения созданных схем и элементов схем. Рассматриваются подробно все этапы изготовления сверхпроводниковых схем, используемое криогенное и измерительное оборудование, разработанный и созданный держатель изготовленных чипов, в том числе, двусторонних образцов. Используемая измерительная система давала возможность выполнять измерения как на постоянном токе, так и на СВЧ.

Третья глава посвящена описанию использованной методики для оценки параметров туннельных барьеров в различных туннельных структурах на основе ниобия и нитрида

ниобия с изолирующими слоями (барьерами) на основе окисла алюминия или нитрида алюминия, а именно: Nb/Al-AlO_x/Nb, Nb/Al-AlN/Nb и Nb/Al-AlN/NbN.

В четвертой главе излагается очень эффективное технологическое решение подавления резонансов в распределенном туннельном джозефсоновском переходе путем добавления поглощающих слоев из нормального металла в местах перекрытия сверхпроводниковых электродов и на концах такого распределенного перехода. Это позволило осуществить непрерывную перестройку частоты гетеродина на основе распределенного туннельного джозефсоновского перехода при произвольном токе смещения в широком диапазоне частот от 200 ГГц до 700 ГГц. В рамках этого подхода была получена достаточно узкая линия генерации 4 – 12 МГц, что позволило использовать систему фазовой синхронизации для дальнейшего сужения линии генерации.

Последняя, пятая, глава посвящена изложению результатов создания и исследования так называемого «полуфлаксона» генератора на основе распределенного джозефсоновского перехода с двумя близкими точками инжекции тока смещения в центре структуры. В основе процесса генерации в таком устройстве лежит периодическое последовательное формирование в его центре флаксона и антифлаксона и движение их в противоположных направлениях. Достаточно узкая линия генерации такого устройства 1–10 МГц также позволяет использовать систему фазовой автоподстройки частоты для дальнейшего сужения линии генерации. Отсутствие при этом необходимости приложения магнитного поля, расширяет область возможного применения такого генератора в сверхпроводниковых системах.

Представленные результаты научных исследований и технологических разработок, уже апробированные в процессе разработки сверхпроводниковых интегральных приемных систем, имеют высокую практическую значимость и актуальность для широкой области применений, в первую очередь, для создания приемных систем радиотелескопов наземного и космического базирования в терагерцовом и субтерагерцовом диапазонах частот, а также высокочувствительных спектр-анализаторов, в том числе, для контроля загрязнения атмосферы.

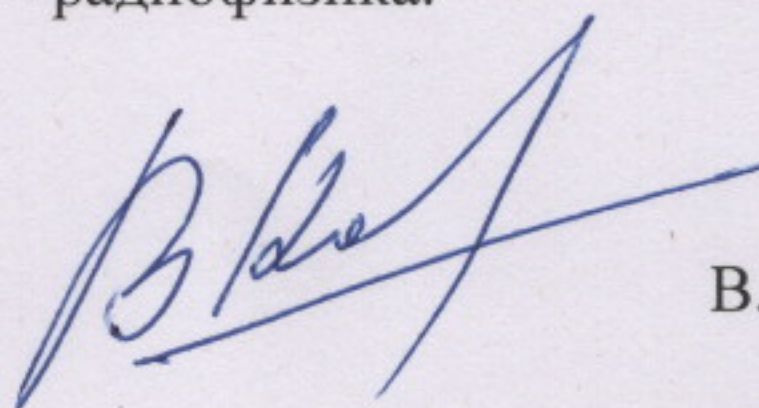
Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Полученные в диссертационной работе результаты были представлены на 7 Российских и зарубежных научных конференциях, а также в 9 статьях, опубликованных в журналах, входящих в базы цитирования WoS и Scopus или в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ.

К недостаткам диссертации следует отнести некоторую непоследовательность изложения, присутствие в ряде мест жаргонных выражений, опечаток и различных неточностей. Например, на рис. 1.1. показана степень непрозрачности атмосферы для электромагнитных волн длиной от 1 км до 0.01 нм, а в подписи к рисунку говорится только о видимом и инфракрасном свете; присутствуют такие неудачные выражения как «...барьерными слоями требуемой плотности тока...», «мощность излучения на детекторе», «шунтированная ВАХ», «вынужденное туннелирование», «сверхпроводящая энергетическая

щель», «сопротивление растекания», «...энергия фононов становится сравнимой с масштабом напряжения нелинейности», «...дробовым и тепловым шумом из-за сопротивления растекания в полупроводнике», «...зависимости основных параметров (высоты и толщины) барьера от плотности туннельного тока», «...на основе распределенного туннельного перехода (РДП)» и так далее.

Несмотря на отмеченные недостатки представления и изложения материала в диссертации, представленная диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертационным работам, а ее автор, Парамонов Максим Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика.

Профессор кафедры атомной физики,
физики плазмы и микроэлектроники



В. К. Корнев

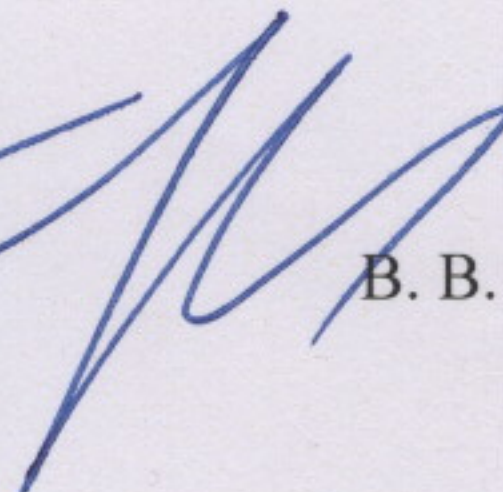
08 сентября 2025 г.

Официальный оппонент:

Корнев Виктор Константинович, профессор, доктор физико-математических наук (специальность: 1.3.5 - физическая электроника), профессор кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ имени М. В. Ломоносова, дом 1, стр. 2, физический факультет, кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники, тел. +7495-939-4351, +7910-464-2861, e-mail: kornev@phys.msu.ru

И. о. декана физического факультета
МГУ им. М. В. Ломоносова, профессор



В. В. Белокуров