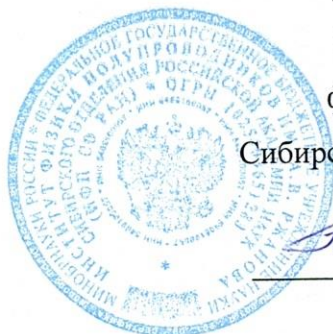


УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
физики полупроводников им. А.В. Ржанова
Сибирского отделения Российской академии наук




_____ академик РАН А.В. Латышев

2 марта 2022 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу Радкевича Алексея Андреевича

«Флуктуационные явления в низкоразмерных сверхпроводниковых системах»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Исследование влияния флуктуаций параметра порядка на свойства низкоразмерных сверхпроводящих систем составляют одно из активно развиваемых направлений исследований в современной физике сверхпроводников. Вопрос флуктуаций параметра порядка возник еще на заре построения теории Бардина-Купера-Шриффера (БКШ) являющейся, по сути, теорией среднего поля. По-видимому, впервые, применительно к трехмерным системам, свойства которых удалось удовлетворительно описать на основе модели БКШ, вопрос флуктуаций был рассмотрен В.Л. Гинзбургом. Было показано, что флуктуации параметра порядка не имеют существенного значения в широкой области параметров, что и обуславливает особый успех модели БКШ для объяснения сверхпроводящих свойств трехмерных систем.

Ситуация существенно изменилась при переходе к сверхпроводящим образцам меньших размерностей. Как было показано А.И. Ларкиным и Л.Г. Асламазовым, флуктуационные эффекты могут играть существенную роль в двумерных и одномерных сверхпроводниках при приближении температуры к критической температуре сверху. Если вблизи T_c достаточно хорошим инструментом исследования флуктуаций являются уравнения Гинзбурга-Ландау, то в области низких температур, значительно меньших ширины сверхпроводящей щели, описание на основе подхода Гинзбурга-Ландау заведомо не выполняется. Особенно трудным вопросом является описание низкотемпературных флуктуаций в одномерных сверхпроводящих системах, поскольку здесь начинают играть

роль немалые флуктуации фазы параметра порядка. Развитие корректного теоретического описания этой области теории сверхпроводимости, теоретическое объяснение имеющихся в этой области экспериментов является одной из актуальных задач теории сверхпроводящих флуктуаций. Исследование влияния флуктуаций фазы параметра порядка на плотность состояний в одномерных сверхпроводниках, изучение возможности сверхпроводящих нанопроволок проводить бездиссипативный ток по конечному участку, сравнительный анализ имеющихся экспериментальных данных и развитой теории – все это содержится в диссертационной работе Радкевича А.А. и определяет ее **актуальность**.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Во введении сформулированы цели работы, обоснованы актуальность темы, научная новизна, достоверность полученных результатов и их апробация, представлены основные положения, выносимые на защиту, структура диссертации и список основных публикаций по теме диссертационной работы.

В **первой главе** дано введение в теорию флуктуаций одномерных систем, и предоставлено краткое введение в теорию мод Муи-Шена. Дано описание модели, с которой работает автор, приведено вычисление квазиклассической функции Грина сверхпроводника, усредненной по флуктуациям фазы параметра порядка. С использованием полученного выражения для функции Грина проводится вычисление плотности состояний в сверхпроводниковых нанопроволоках и сверхпроводниковых нанопленках. Во **второй главе** исследуется вопрос о возможности протекания бездиссипативных токов в квазиодномерных сверхпроводниковых проволоках. На основе вариационного подхода, разработанного автором, проведен анализ соотношения ток-фаза при учете длинноволновых флуктуаций параметра порядка. Продемонстрировано наличие квантового фазового перехода в зависимости от величины безразмерного кондактанса системы. **Третья глава** посвящена анализу экспериментов по измерению продольного сопротивления квазиодномерных титановых сверхпроводящих нанопроволок от температуры.

Можно выделить следующие **наиболее значимые результаты** работы.

1. Показано, что плазмоны Муи-Шёна формируют внутри системы диссипативное окружение для электронов, сильно модифицируя (вплоть до полного подавления) сингулярных особенностей плотности состояний в одномерных сверхпроводящих проволоках.
2. Разработан вариационный теоретический подход для расчета влияния длинноволновых флуктуаций параметра порядка на соотношение ток-фаза.

3. Несомненным достоинством диссертационной работы является сравнение полученных в диссертационной работе теоретических результатов с экспериментом.

Критические замечания по диссертации сводятся к следующим.

1. Не всегда дается подробное описание деталей изучаемой системы. Например, при исследовании плотности состояний в квазидвумерной пленке, не сразу понятно, что для электронов пленка является трехмерной: т.е. длина пробега электронов много меньше всех, в том числе, поперечных размеров пленки. Об это можно догадаться лишь по виду коэффициента диффузии, для которого впоследствии используется «трехмерное» выражение.
2. В некоторых местах, при представлении оценок физических величин, приведен сразу ответ, без комментариев на какой формуле основывалась оценка и каковы промежуточные значения величин, использованных при выполнении оценки.
3. В тексте диссертационной работы в небольшом количестве, но все же встречаются опечатки.

Сделанные замечания не изменяют общую положительную оценку работы и не снижают ее научной ценности.

В целом, диссертация А.А. Радкевича является самостоятельным завершённым оригинальным научным исследованием, **достоверность результатов и обоснованность выводов** не вызывают сомнений. **Достоверность** полученных результатов основывается на надежности и обоснованности применяемых методов. Полученные в диссертации теоретические результаты являются новыми. Были даны новые предсказания для проведения экспериментальных исследований флуктуационных явлений в сверхпроводниковых системах, а также представлено сравнение полученных автором теоретических результатов с экспериментальными результатами группы К. Арутюнова, что является, несомненно, **значимым практическим результатом** диссертационной работы.

Материалы диссертации опубликованы в ведущих российских и международных рецензируемых журналах из списка Web of Science и Scopus, включая журналы первого квартиля. Результаты работы докладывались на престижных российских и международных семинарах и конференциях. Полученные в диссертации результаты соответствуют специальности 01.04.02 – теоретическая физика. **Автореферат** правильно отражает содержание диссертации.

Доклад А.А. Радкевича по материалам диссертации был заслушан и обсужден на семинаре ФГБУН ИФП им. А.В. Ржанова СО РАН на базе лаборатории теоретической

