

## **ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ на выпускную квалификационную работу**

**Артёмова Ивана Михайловича**

**«Тепловое проскальзывание фазы в сверхпроводящих полосках  
вблизи критического тока при произвольных температурах»**

Направление подготовки/специальность: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль) подготовки: Общая и прикладная физика

Работа Ивана Артемова посвящена обобщению и развитию подхода к вычислению скорости теплового проскальзывания фазы, основанного на сведении задачи к точно интегрируемому уравнению Буссинеска. В недавно опубликованной статье А. В. Полькина и М. А. Скворцова было показано, что седловая конфигурация параметра, определяющая активационный барьер в бесконечных двумерных сверхпроводящих пленках вблизи критического тока, описывается эллиптическим уравнением Буссинеска и было аналитически построено его инстантонное решение. Перед Иваном была поставлена задача обобщить данную конструкцию с области Гинзбурга-Ландау на случай произвольных температур.

Переход от окрестности критической температуры к произвольным температурам означает отказ от простой феноменологии Гинзбурга-Ландау, где система интуитивно понятно описывается в терминах одной комплексной функции – параметра порядка. При этом возникает необходимость работать с набором квазиклассических функций Грина, описывающих поведение квазичастиц с различными мацубаровскими энергиями в поле пространственно неоднородного параметра порядка. Связь между функциями Грина и параметром порядка задается уравнением самосогласования.

В работе Ивана использовано возникающее вблизи критического тока разделение масштабов, когда длина, на которой меняется параметр порядка, параметрически превосходит длину когерентности, определяющую отклик квазичастичной подсистемы. В этом случае уравнение Узаделя на каждой энергии можно решить, используя градиентное разложение, и локально выразить спектральные углы через параметр порядка и его производные. Таким образом удастся проинтегрировать квазичастичные степени свободы и вывести эффективное локальное действие для параметра порядка. В некотором смысле, проделанная процедура аналогична выводу функционала Гинзбурга-Ландау вблизи критической температуры.

Далее Ивану удалось, во второй раз используя близость к критическому току, свести задачу к одной действительной функции, которая удовлетворяет уравнению Буссинеска. Придуманный им метод отличается от метода функции тока, предложенного в работе А. В. Полькина и М. А. Скворцова, хотя и аналогичен ему. Тем самым удалось получить аналитическое выражение для величины барьера. Оно

выражается через несколько сумм по мацубаровским энергиям от спектральных углов, определенных на критическом токе.

Во второй части дипломной работы построены инстантонные решения уравнения Буссинеска для полосок конечной ширины. При уменьшении ширины полосы величина барьера плавно меняется от двумерного к одномерному случаю. При этом переход к одномерному случаю наступает при конечной ширине, ниже которой не существует седловой конфигурации, зависящей от обоих переменных. Полученные решения особо актуальны в контексте физики сверхпроводящих детекторов одиночных фотонов.

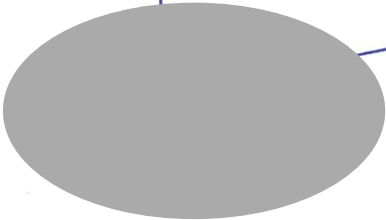
По объему и актуальности полученных результатов бакалаврская работа Ивана находится на уровне магистерских дипломов, защищаемых на кафедре ПТФ (теоргруппа Горькова). Особо следует отметить исключительную самостоятельность Ивана в проведении вычислений.

Оба ее раздела ВКР будут опубликованы в качестве отдельных статей. Подготовка одной из них практически завершена.

В процессе выполнения дипломной работы Иван проявил себя как талантливый исследователь, несомненно, обладающий большими перспективами в области теоретической физики.

Считаю, что ВКР И. М. Артемова соответствует всем предъявляемым требованиям и заслуживает наивысшей оценки (10), а сам Иван — присуждения квалификации «бакалавр» и рекомендации для продолжения обучения в магистратуре.

д.ф.-м.н.,  
в.н.с. ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН



М. А. Скворцов

23 июня 2026 г.