

О Т З Ы В

научного руководителя

на диссертационную работу Николая Анатольевича Степанова

**«Флуктуационная проводимость и плотность состояний в низкоразмерных
сверхпроводниках»,**

представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.02 — «теоретическая физика»

Диссертационная работа Н. А. Степанова посвящена решению ряда задач, объединенных общей тематикой флуктуационных эффектов в сверхпроводниках, чье описание требует выхода за приближение среднего поля.

В первой части диссертации исследуется флуктуационная проводимость сверхпроводников в нормальном состоянии при произвольных температурах выше температуры перехода и произвольной силе беспорядка. Выведено общее выражение для флуктуационной поправки к статической проводимости, справедливое для произвольной размерности пространства, и проведен его анализ в случае двумерных сверхпроводящих пленок. Учет беспорядка производился в главном приближении по непересекающимся пунктирам, при этом учитывались все возможные диаграммные вклады, что позволило систематически описать кроссовер от грязного к чистому пределу. Наличие точного выражения, зависящего от силы примесного рассеяния как от параметра, позволило подтвердить справедливость теории, сопоставляя выведенные формулы с известными результатами в грязном пределе. Анализ же полученного выражения в чистом пределе показал, что значительное число известных в литературе результатов, относящихся к флуктуационной поправке в чистом пределе, является неверным.

Последующие части диссертационной работы мотивированы попыткой описать размытие плотности состояний в неоднородных сверхпроводящих проволоках. Теории этого эффекта в настоящее время неизвестно. Главная трудность заключается в том, что в одномерной геометрии размытие не удастся описать в рамках самосогласованной теории, поскольку пространственные флуктуации плотности состояний являются сильными, а сама она — несамоусредняемой величиной. Н. А. Степановым было подмечено, что уравнение Узаделя со случайным в пространстве параметром порядка, на котором основано описание сверхпроводящих систем в грязном пределе,

математически напоминает уравнение движения перевернутого маятника со случайной горизонтальной силой. Имея в виду разработку принципиально нового подхода для решения исходной задачи, было предложено начать с описания статистических свойств непадающих траекторий в задаче о маятнике.

Задача о балансировке перевернутого маятника под действием заданной горизонтальной силы известна в математическом сообществе как задача Уитни. Известно, что для любой зависимости силы от времени непадающая траектория существует. В диссертации доказано, что такая траектория единственна, и сформулирована задача о ее статистическом описании в случае, если накачка является случайным коротко-коррелированным по времени процессом. Данная задача полностью решена с помощью нового метода, основанного на суперсимметричном представлении стохастической динамики Паризи и Сурла, дополненного трансфер-матричным подходом Ефетова и Ларкина. Показано, что функция распределения угла и скорости на непадающей траектории билинейным образом выражается через суперпотенциал, удовлетворяющий уравнению Фоккера-Планка с не встречавшимся ранее новым классом граничных условий. В предельных случаях слабого и сильного шума дано аналитическое решение задачи, при промежуточных значениях ответ получен численно.

Развитая теория позволяет описать статистические свойства непадающей траектории в стохастической задаче Уитни как на конечных, так и на бесконечных временных интервалах, а также вычислить ее разновременные корреляционные функции.

Разработанный формализм далее обобщен на случай уравнения Узаделя с комплексным спектральным углом, и выведены уравнения, решение которых позволит описать искомую статистику плотности состояний в неоднородных сверхпроводящих проволоках.

В ходе выполнения диссертационной работы Н. А. Степанов проявил себя как квалифицированный физик-теоретик, способный применять широкий арсенал современных методов. Также стоит отметить его активное участие в обучении студентов и преподавание в МФТИ и Сколтехе.

Диссертационная работа Н. А. Степанова, несомненно, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения степени кандидата физ.-мат. наук.

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

М. А. Скворцов

24.09.2020
Скворцов Михаил Андреевич
142432, г. Черноголовка МО
просп. ак. Семенова 1-А
7.495-702-93-17, skvoz@itp.ac.ru
Подпись Скворцова М.А. заверено.



Уч. секретарь Крашinsky A.A.