

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института  
физических проблем им. П.Л. Капицы РАН

Академик РАН



В.В. Дмитриев

«03» декабря 2020 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу  
Побойко Игоря Валерьевича

**«Кинетические явления в квантовых неупорядоченных системах»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 -- «Теоретическая физика».

**Целью** диссертационной работы И. Побойко является теоретическое исследование кинетических свойств мезоскопических неупорядоченных систем. Изю всей этой обширной области выбраны три конкретные задачи. Их отличает актуальность, возможность решения современными методами и важность результатов. Диссертация, общий объем которой составляет 129 страниц, состоит из Введения, трех содержательных глав, Заключения и трех приложений. Структура диссертации вполне соответствует рекомендациям ВАК. Три центральные главы соответствуют трем решенным в диссертации задачам. В первой главе представлены результаты исследования транспортных свойств квантовых одномерных цепочек спинов  $\frac{1}{2}$  с XXZ взаимодействием. В таких цепочках, как известно, реализуется латтинджеровская жидкость. В диссертации произведен учет нелинейности спектра возбуждений и исследовано влияние этой нелинейности на ширину спектральной линии, которая в свою очередь определяет асимптотическое поведение коррелятора z-проекций спина на больших временах. Разработана

самосогласованная процедура с помощью которой в отсутствие беспорядка удалось оценить ширину спектральной линии и определить форму самой корреляционной функции. Произведенная оценка совместного влияния нелинейности спектра и беспорядка на спиновую проводимость и теплопроводность цепочки показывает, что при сильной анизотропии взаимодействия эффекты нелинейности спектра существенно влияют на транспорт энергии в рассматриваемой системе. Детали вычислений, относящихся к этой главе, вынесены в Приложение А.

Вторая глава диссертации посвящена исследованию флуктуационных эффектов в сверхпроводниках с сильно развитой псевдощелью, находящихся вблизи перехода сверхпроводник-изолятор. Для описания этой системы была разработана диаграммная техника. Близость к переходу Андерсона позволила использовать в качестве основного приближение среднего поля вместе с систематическим изучением поправок к этому приближению. В результате возникла картина с тремя температурными областями, характеризующимися разным поведением флуктуационной проводимости. Прежде всего, имеется область, в которой сверхпроводящие флуктуации имеют гауссову статистику и могут быть описаны релаксационным уравнением Гинзбурга и Ландау. В этой области парапроводимость дается формулой, отличающейся от результата Асламазова и Ларкина постоянным множителем 2. Другая область характеризуется сильным взаимодействием термодинамических флуктуаций и пространственно неоднородной проводимостью. Наконец, имеется промежуточная область, в которой результат Асламазова и Ларкина для парапроводимости приобретает неуниверсальный множитель порядка единицы. Подробности вычислений, относящихся к результатам этой главы составляют содержание Приложения Б

В третьей главе исследуется коллективный пиннинг вихрей в сильно неупорядоченной сверхпроводящей пленке, находящейся в сильном магнитном поле. Работа стимулирована результатами экспериментов с тонкими пленками InOx и MoGe. Для интерпретации результатов сформулирована и проанализирована теоретическая модель, в которой взаимодействующие по логарифмическому закону вихри могут занимать узлы регулярной решетки с шагом, сравнимым с длиной сверхпроводящей

корреляции. На узлах действует сильное пиннигующее поле. Показано, что для такой модели при низких температурах реализуется стекольное состояние и теоретически исследованы свойства этого состояния. Как и в первых двух главах особенно громоздкие вычисления вынесены в приложение (Приложение В). В целом диссертация изложена ясно, в каждой главе имеется раздел Выводы, который подытоживает результаты соответствующей главы. Вместе с тем по оформлению текста можно сделать следующее **замечание**:

для некоторых терминов использован буквальный перевод с английского вместо общепринятого русского, например: «короткие обозначения» вместо сокращенные обозначения (стр. 19), «собственная энергетическая часть» вместо собственно-энергетическая часть (стр. 22,63). Имеются также выражения и конструкции не вполне соответствующие нормам русского языка, например на стр. 23 «...по сравнению с вкладом приходящим от первой диаграммы». Это замечание не касается существа дела и не влияет на общую оценку диссертации.

Возвращаясь к этой **общей оценке** следует отметить актуальность всех трех задач. Поднятые в диссертации вопросы активно обсуждаются в мировой литературе, а полученные новые результаты конкретны и являются существенным вкладом в понимание кинетических явлений в сильно неупорядоченных системах. Эти **новые результаты** включают, в частности:

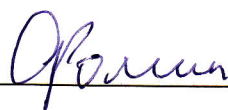
1. Вычисление ширины спектральной линии для чистой XXZ спиновой цепочки при низких частотах и в отсутствие магнитного поля а также оценку влияния нелинейности спектра на транспортные свойства такой цепочки.
  2. Построение теории флуктуационных поправок в сильно неупорядоченных сверхпроводниках с развитой псевдощелью.
  3. Разработку аналитического подхода к задаче о сильном коллективном пиннинге системы сверхпроводящих вихрей с конечной плотностью в сильно неупорядоченных тонких пленках.
- Эти результаты опубликованы в виде трех статей в ведущих физических журналах, входящих в список ВАК и имеющих высокие импакт-факторы. Практическое значение полученных результатов состоит в том, что во всех решаемых задачах речь идет о конкретных физических величинах, которые либо уже измерены,

либо могут быть измерены экспериментально. В связи с этим результаты диссертации можно рекомендовать к использованию такими научными организациями Российской Федерации как ИФТТ РАН, ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, ИФП им. П.Л. Капицы РАН, ФИАН им. П.Н. Лебедева РАН.

Диссертация И.В. Побойко представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на мировом научном уровне. Ее результаты докладывались на международных и российских конференциях и хорошо известны специалистам. Достоверность полученных результатов и сделанных на их основании выводов обеспечивается многочисленными обсуждениями работ автора и использованием в них самых современных методов теоретической физики. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Игорь Валерьевич Побойко заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 «Теоретическая физика».

Отзыв был заслушан и утвержден на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физических проблем им. П.Л. Капицы РАН 03 декабря 2020 г., протокол № 680.

Отзыв составил главный научный сотрудник ИФП им. П.Л. Капицы РАН доктор физ.-мат. наук, член-корреспондент РАН  
Тел.: +7 495 6512124  
fomin@kapitza.ras.ru



И.А. Фомин

Ученый секретарь Ученого совета ИФП им. П.Л. Капицы РАН, кандидат физ.-мат. наук



О.А. Андреева