

**Отзыв на магистерскую квалификационную работу Е.С. Андрияхиной
«Multifractality-enhanced superconductivity in two-dimensional systems with
spin-orbit coupling»**

**«Усиленная мультифрактальностью сверхпроводимость в двумерных
системах со спин-орбитальным взаимодействием»**

Существует ряд теоретических работ, которые предсказывают, что локализация Андерсона может привести к повышению температуры сверхпроводящего перехода для системы вблизи перехода Андерсона. Этот механизм основан на мультифрактальном поведении волновых функций, которое приводит к усилению эффективного притяжения между электронами. Позже мультифрактальное усиление критической температуры было предсказано для систем в режим слабой локализации (или антилокализации), который актуален для слабо неупорядоченных сверхпроводящих пленок. Появились также экспериментальные работы, в которых наблюдалось увеличение критической температуры с ростом беспорядка в монослойных дихалькогенидах ниобия. Механизм мультифрактального усиления был предложен в качестве объяснения этих экспериментов. В настоящее время сверхпроводящие дихалькогениды, а также тонкие сверхпроводящие пленки других металлов, например Pb, и двумерные сверхпроводящие системы на поверхностях и границах раздела различных материалов изучаются очень активно. Характерной особенностью практически всех таких систем является наличие сильного спин-орбитального взаимодействия. Это приводит к необходимости обобщения и дальнейшего развития теории мультифрактального усиления сверхпроводимости для двумерных систем со спин-орбитальной связью. Поэтому актуальность исследования, представленного в дипломной работе Е.С. Андрияхиной, не вызывает сомнений.

В данной работе теория мультифрактально усиленной сверхпроводимости обобщается на случай наличия спин-орбитального взаимодействия. Используя нелинейную сигма-модель Финкельштейна, автор получает модифицированное уравнение Узаделя и уравнение самосогласования. Продемонстрировано, что рассчитанная в рамках этих уравнений критическая температура всегда усиливается беспорядком, даже для случая сильного спин-орбитального взаимодействия. При этом наличие спин-орбитального взаимодействия все же подавляет эффект усиления сверхпроводимости примесями по сравнению со случаем его отсутствия. Также изучается энергетическая зависимость спектральной щели в присутствии спин-орбитального взаимодействия. Проанализированы мезоскопические флуктуации локальной плотности состояний в сверхпроводящем состоянии. Предсказано, что спин-орбитальная связь уменьшает амплитуду этих флуктуаций. По результатам работы опубликована статья в журнале ЖЭТФ.

Полученные в работе результаты являются новыми и представляют интерес для развития физики двумерных сверхпроводящих систем. Достоверность и обоснованность результатов сомнений не вызывает. В качестве небольшого замечания к работе можно указать отсутствие полноценного описания нелинейной сигма-модели Финкельштейна в присутствии спин-орбитального взаимодействия, соответствующее описание приводится для случая отсутствия спин-орбитальной связи, хотя спин-орбитальное взаимодействие и является фокусом данной дипломной работы. Тем не менее, данное замечание не снижает общей ценности работы, т.к. соответствующие теоретические выводы, как без учета спин-орбитального взаимодействия, так и с его учетом, уже были проделаны в литературе. Ссылки на литературу в тексте дипломной работы указаны.

Выпускная квалификационная работа Е.С. Андрияхиной удовлетворяет требованиям, установленным Положением о ВКР студентов МФТИ. Я рекомендую оценить представленную работу оценкой «отлично» и присвоить Е.С. Андрияхиной степень магистра.

09.06.2023 г.



в.н.с.-зав.лаб. спиновых явлений
в сверхпроводящих наноструктурах
и устройствах МФТИ, д.ф.-м.н.

Бобкова И.В.