

Отзыв на выпускную квалификационную работу
«Аномалия туннельной плотности состояний в неупорядоченной
электронной системе, реализующей спиновый квантовый эффект
Холла» А. Д. Коковина

Выпускная квалификационная работа А. Д. Коковина посвящена вычислению квантовых поправок к туннельной плотности состояний в двумерной неупорядоченной системе класса С (сверхпроводник с нарушенной симметрией обращения времени при наличии спиновой симметрии) с взаимодействием. Квантовые поправки в неупорядоченных металлах с взаимодействием играют существенную роль при определении низкотемпературных свойств материала. Системы класса С, хотя и являются довольно экзотическими, представляют несомненный интерес благодаря предсказанному в них спиновому квантовому эффекту Холла. В вводной части рассматриваемой работы сделан хороший обзор как квантовых поправок в целом (в системах с взаимодействием и без), так и перспектив создания сверхпроводников с нарушенной симметрией обращения времени.

Основной акцент в работе сделан на вычислении поправок к туннельной плотности состояний. Хорошо известно, что в главном порядке из-за эффектов взаимодействия к этой величине возникает квантовая поправка, содержащая произведение двух больших логарифмов. А. Д. Коковин производит гораздо более громоздкие вычисления в следующем за главным двухпетлевым приближении и выводит поправку, которая содержит произведение четырех логарифмов. Одним из наиболее неожиданных и важных выводов работы является предсказание, что двухпетлевая поправка, из-за высокой степени логарифма, может стать более важной, чем поправка в номинально главном однопетлевом приближении при достаточно низких энергиях.

Дипломная работа основана на огромном объеме проделанных вычислений и содержит большое количество очень длинных формул. Из-за этого её довольно сложно читать и уж точно невозможно проследить всю цепочку выкладок самостоятельно. Основным, хотя и чисто техническим, замечанием можно назвать практически полное отсутствие иллюстраций к проделанным вычислениям в виде соответствующих диаграмм. В работе приведена всего одна диаграмма для всего одного из многочисленных двухпетлевых вкладов. Тем не менее автор приложил немало усилий, чтобы пояснить логику и ход вычислений. Общие выводы и обсуждение полученного результата также хорошо написаны.

Стоит сделать еще несколько замечаний.

1. Окончательный результат для туннельной плотности состояний (9.2) приведен в виде экспоненты с двумя слагаемыми разной степени по малому параметру. Какова степень точности такой записи? Почему можно поднимать двухпетлевую поправку в экспоненту, просто сложив её с однопетлевой поправкой?

2. Главный вывод работы о том, что при экспоненциально низких энергиях двухпетлевая поправка становится более существенной, также требует более детальных пояснений. Насколько хорошо работает петлевое разложение в таком режиме? Возможно ли, что поправки еще более высокого порядка окажутся при этом еще более существенными?

3. В работе не учитываются квантовые поправки к кондактансу. Это обосновано тем, что они содержат тоже большой, но параметрически другой логарифм по сравнению с поправками в плотности состояний. Однако включение однопетлевых поправок к кондактансу сделало бы результат работы более полным и лучше показало бы границы его применимости.

Все сделанные замечания ни коим образом не снижают ценность проделанной А. Д. Коковиным работы и не ставят под сомнение полученные результаты. Эти замечания скорее нужно рассматривать как пожелания для дальнейшего улучшения текста при подготовке научной публикации.

Выпускная квалификационная работа А. Д. Коковина посвящена интересной научной задаче, основана на огромном объеме проделанных вычислений и содержит важные результаты. Она полностью удовлетворяет требованиям, установленным Положением о ВКР студентов МФТИ. Я рекомендую оценить представленную работу оценкой «отлично» (9) и присвоить А. Д. Коковину степень магистра.

д-р Павел Островский

Штутгарт, 25.06.2025

Max Planck Institute for Solid State Research

Штутгарт, Германия