

РЕЦЕНЗИЯ

на бакалаврскую дипломную работу Каткова Дениса Сергеевича
«Связанные состояния магнонов в гетероструктурах
сверхпроводник–киральнй ферромагнетик»

В бакалаврской дипломной работе Дениса Каткова исследуется влияние одиночного сверхпроводящего вихря на спектр и рассеяние магнонов в тонкой гетероструктуре сверхпроводник–киральнй ферромагнетик. Для построения последовательной теории взята модель магнетика при наличии магнитной анизотропии и спин-орбитального взаимодействия в форме Дзялошинского-Мории, а влияние вихря учитывается в форме приложенного к магнетику внешнего магнитного поля известного профиля, а именно поля рассеяния вихря Пирла, который существует в тонкой плёнке сверхпроводника. В рамках выбранной модели вычислен стационарный профиль намагниченности, а затем динамика сведена к магнонам, локализованным либо рассеивающимся на этом профиле как на дефекте. Для описания такой динамики выведен эффективный гамильтониан типа Боголюбова — Де Жена с потенциалом, который зависит как от изменения профиля намагниченности, так и непосредственно от полей рассеяния вихря. При определённых приближениях, сделанных в работе, можно в главном приближении пренебречь изменением профиля намагниченности и свести потенциал к более простой форме, которая позволила получить аналитические результаты.

В работе исследован спектр магнонов локализованных в окрестности вихря. Показано, что уровней всегда конечно, получены выражения для энергии низколежащих (приближение кулоновского потенциала) и высоколежащих (ВКБ приближение) уровней, оценено общее их количество. Проведён численный счёт, который имеет хорошее согласие с двумя аналитически изученными пределами и демонстрирует переход между ними. Также в работе исследуется рассеяние магнонов на неоднородности, вызванной вихрем. Вычислено сечение рассеяния в борновском приближении и в приближении ВКБ, подробно изучены области применимости полученных результатов.

В целом результаты работы содержательны и интересны, расчёты, проведённые в работе, выполнены аккуратно. Однако, хотелось бы сформулировать следующие замечания:

1. В разделе 3.2 при проведении численного счёта использовано значение параметра $\zeta = 10^3$, в то время как на стр. 8 указано, что для реального магнетика $\zeta \sim 10$. Было бы хорошо указать в работе, применимы ли результаты этого раздела при таких значениях параметра.

2. В некоторых местах работы, например, в формуле (41) и на рис. 4, буква «E» обозначает отстройку энергии от значения щели 1. В остальных случаях так обозначается полное значение энергии. Хотя все результаты верны, это усложняет восприятие работы читателем.

Указанные замечания не снижают научную ценность полученных в дипломной работе результатов. В целом, считаю, что представленная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к бакалаврским дипломным работам. Рекомендую оценку «отлично».

25.06.2023 г.

Доктор физ.-мат. наук,

старший научный сотрудник ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН

С.С. Апостолов