

Рецензия
на выпускную квалификационную работу (магистерскую диссертацию)
студента Физтех-школы физики и исследований им. Ландау,
кафедры проблем теоретической физики (теоргруппы Горькова)
Дмитриевцева Юрия Алексеевича
«Сверхпроводниковый орбитальный диодный эффект в SN бислоях»

Магистерская диссертация Дмитриевцева Юрия Алексеевича посвящена теоретическому исследованию диодного эффекта в композитном сверхпроводнике, состоящем из тонких слоев сверхпроводника и нормального металла. Из-за наличия градиента сверхпроводящих свойств по толщине композита и параллельного магнитного поля в системе возникает выделенное направление, что приводит к разным критическим токам, текущих вдоль и противоположно данному направлению. В литературе такое различие критических токов I_c называется сверхпроводниковым орбитальным диодным эффектом, что отличает его от сверхпроводникового диодного эффекта (СДЭ), связанного с наличием спин-орбитального взаимодействия на интерфейсе сверхпроводника с подложкой. Данная задача является актуальной (можно сказать модной) последние несколько лет, что характеризуется большим количеством экспериментальных и теоретических работ по этой тематике.

Автор использовал в своей работе аналитические расчеты в рамках модели Узаделя. Им рассмотрен случай тонких S и N слоев, при наличии барьера между ними. Показано, что данная задача сводится к задаче Абрикосова-Горькова о влиянии парамагнитных примесей на свойства грязного сверхпроводника, где эффективное 'время рассеяния на магнитных примесях' зависит от параметров SN бислоя, тока (его направления), внешнего магнитного поля и характеристик бислоя (толщин S и N слоев, их проводимости, барьера между ними).

В работе выполнен большой объем вычислений, предсказана величина СДЭ при различных параметрах SN слоя.

Интересным результатом является предсказание о достижении диодной эффективностью (ДЭ) максимально возможного значения, равного единице, при некотором критическом поле B_0 . Это означает зануление критического тока для одного направления при конечной величине I_c в другом направлении. Насколько я знаю, данный эффект ранее в литературе не обсуждался, во всяком случае в этом контексте. Вопрос: будет ли этот результат сохраняться при достаточно большой толщине S слоя ($d_S \sim 3-4 \xi_S$) и если да, то не будут ли в этом случае поля B_0 и B_c близки друг другу и будет ли поле $B_c \sim B_0$ близко к полю B_{c3} или B_{c2} ? К сожалению, в дипломе не приведены оценки полей B_0 и B_c а также величины I_c при $B = B_0$ для каких-нибудь характерных сверхпроводников (например Nb или NbN) и нормального металла.

Другим интересным результатом является предсказанная немонотонная зависимость ДЭ от величины сопротивления интерфейса в случае узких слоев. Для возможного сравнения с экспериментом было бы хорошо выполнить численный расчет зависимости ДЭ от сопротивления в области максимума (см. рис. 11).

В целом работа мне понравилась. Она делает заметный вклад в теорию диодного эффекта в сверхпроводниках, результаты являются новыми и интересными. Считаю, что выпускная квалификационная работа Дмитриевцева Юрия Алексеевича заслуживает оценки «отлично». Рекомендую присвоить Дмитриевцеву Юрию Алексеевичу квалификацию «магистр».

Водолазов Денис Юрьевич,

д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник

Институт физики микроструктур РАН, г. Нижний Новгород

22.06.2026

Подпись
ЗАВЕРЯЮ:
НАЧАЛЬНИК
ОТДЕЛА
ОСИПЕНКО

Ad.