

РЕЦЕНЗИЯ на выпускную квалификационную работу

студента Физтех-школы физики и исследований им. Ландау, кафедры проблем теоретической физики Харавинина Владислава Алексеевича "Электронные состояния на поверхности гетероструктуры STIS", представленную на соискание степени бакалавра

Бакалаврская работа Харавинина Владислава Алексеевича посвящена теоретическому исследованию зависимости соотношения между током и фазой топологического джозефсоновского контакта от геометрии контакта. В частности, изучается возможность и оценивается величина джозефсоновского диодного эффекта, обусловленного асимметрией контакта. Эта задача является актуальной из-за растущего количества экспериментальных исследований. Основным результатом работы является вычисленная поправка к спектру состояний в центрах джозефсоновских вихрей, обусловленная искривленной формой контакта, и, соответственно, поправка к соотношению между джозефсоновскими током и фазой.

Изучаемая модель представляет собой эффективно двумерную гетероструктуру "топологический изолятор-сверхпроводник" (STIS), при этом плоскость сверхпроводника разделена на две части "желобом" относительно небольшой ширины W . В продольном направлении желоб (джозефсоновский контакт) может быть не прямолинейным, а следовать некоторой относительно плавной кривой. Для описания такой искривленной системы в дипломе производится переход к новым криволинейным координатам. Запись используемого гамильтониана Боголюбова - Де Жена в таких координатах - весьма нетривиальная задача, требующая корректного определения оператора импульса, который должен быть эрмитовым по отношению к новому скалярному произведению ("норме") в криволинейном пространстве. Эта часть работы обладает значительной общностью и может быть использована для решения задач, выходящих за рамки диплома. В дипломе этот формализм применяется для области параметров, допускающей аналитическое рассмотрение. Для случая относительно узкого искривленного желоба получено выражение для эффективного электронного гамильтониана гетероструктуры с произвольной относительно гладкой линией контакта и с произвольными значениями химических потенциалов системы. В самом простом случае контакта нулевой ширины ($W=0$) удалось вычислить обусловленную кривизной контакта поправку к спектру состояний в центре джозефсоновского вихря. Эта поправка оказалась квадратичной по локальной кривизне линии контакта. Соответственно, вычисленная поправка к

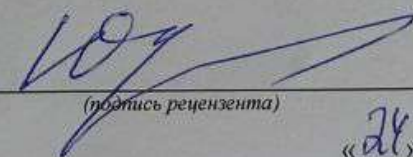
зависимости джозефсоновского тока от разности фаз сверхпроводников оказалась пропорциональной производной по фазе от квадрата локальной кривизны.

Дипломная работа написана достаточно подробно и ясно и свидетельствует о высоком уровне квалификации ее автора. В качестве некоторого недостатка работы, я бы отметил несколько "вольное" описание "криволинейной" операторной техники в главе 3. Во избежание недоразумений, следовало бы с самого начала подчеркнуть, что изложение пунктов 3.1 и 3.2 относится к достаточно узкой окрестности (малые $|q_2|$) избранной "центральной" линии ($q_2 = 0$) и не претендует на абсолютную точность и на глобальное описание. Действительно, привязка к кривой $q_2 = 0$, делает приближенное представление (3.1) глобально неоднозначным, поскольку при наличии кривизны удаленная точка (q_1, q_2) может быть достигнута как вдоль вектора нормали n_{1a} из точки q_{1a} , так и вдоль другого вектора n_{1b} из другой точки q_{1b} искривленной центральной линии.

Несмотря на это замечание, работа мне понравилась. При доработке и некотором расширении результаты могут быть опубликованы в научном журнале высокого уровня. Считаю, что выпускная квалификационная работа Харавинина Владислава Алексеевича заслуживает оценки 'отлично'.

Рецензент:

Юдсон Владимир Исаакович, д.ф.-м.н.,
главный научный сотрудник Международной лаборатории
физики конденсированного состояния НИУ ВШЭ,
профессор факультета физики НИУ ВШЭ


(подпись рецензента)

«28» 06 2025 г.