

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Шутовського Арсена Миколайовича «Ефекти фазової когерентності у тунельних надпровідних контактах на основі однозонних та двозонних надпровідників», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика

Робота А.М. Шутовського присвячена актуальній науковій проблемі дослідження ефекту Джозефсона в просторово неоднорідних надпровідних гетероструктурах, інтерес до яких невпинно зростає тому, що ці дослідження відкривають нові можливості і для розуміння фундаментальних властивостей надпровідників, і для розробки та удосконалення надпровідних приладів та технологій, включаючи квантові комп'ютери, детектори тощо, що є передовою областю сучасних наукоємних технологій.

Метою роботи було з'ясувати механізми формування нестандартної залежності струму від різниці фаз у тунельних надпровідних контактах на основі однозонних та двозонних надпровідників.

Дисертаційна робота складається з чотирьох розділів, що логічно пов'язані один з одним.

У першому розділі представлено літературний огляд теми дисертації, зокрема, різних теоретичних підходів до вивчення просторово неоднорідних надпровідних тунельних структур та вдало проаналізовано існуючі результати у цій сфері.

У другому розділі вивчається як ефекти розпаровування впливають на залежність густини струму від різниці фаз в SIS надпровідних контактах з урахуванням довільної концентрації немагнітних домішок. Визначення граничних умов для рівняння Гінзбурга-Ландау є ключовим завданням цього розділу. Проведений аналіз рівноважної швидкості флюксона у ситуації, коли постійний струм перевищує критичний, показав його високу рухливість при малих значеннях коефіцієнта проходження електронів.

У третьому розділі проведено аналіз залежності густини струму від різниці фаз в шаруватих надпровідних структурах SIS'IS, враховуючи довільне значення коефіцієнта проходження. Основою аналізу став метод функцій Гріна, де процедура згладжування її просторової поведінки на атомних довжинах лежить в основі побудови запропонованих моделей. В результаті було отримано формулу для залежності струму від різниці фаз, що об'єднала ряд відомих результатів для надпровідних контактів типів SINIS, SNS та SIS.

У четвертому розділі було розроблено представлення статистичної суми двозонного надпровідника як функціонального інтеграла та сформульовано наближення середнього поля. Було досліджено рівноважні струмові стани в SIS надпровідних контактах на основі двошліинних надпровідників та сформульовано так звані квазікласичні рівняння, що описують просторову поведінку функцій Гріна на масштабі довжини когерентності.

Наукова новизна основних результатів отриманих автором, полягає у наступному:

1. Для однозонних надпровідників:
 - a. визначено струм-фазову взаємодію в SIS-надпровідних контактах з урахуванням довільної концентрації немагнітних домішок та запропоновано модифіковане рівняння синус-Гордона з несинусоїдною залежністю струму від різниці фаз, що дозволяє аналізувати вплив прозорості діелектричного шару на просторову динаміку флюксона;
 - b. одержано нову аналітичну формулу для струм-фазової залежності, яка є чинною для довільних значень коефіцієнта проходження електронів та товщини проміжного прошарку.
2. Для двозонних надпровідників:
 - a. узагальнено метод функціонального інтеграла у наближенні середнього поля;
 - b. розроблено квазікласичні рівняння для функцій Гріна в t -представленні, на основі яких зроблено мікроскопічний опис стаціонарних струмових станів в тунельному надпровідному контакті

та отримано нову аналітичну формулу, що визначає залежність струму від різниці фаз параметрів впорядкування;

с. доведено, що числова величина струму в контакті залежить від симетрії параметрів впорядкування.

d.

Істотних недоліків по оформленню дисертації не виявлено, але є деякі зауваження, які можна розглядати як побажання дисертанту в подальших дослідженнях:

1. У третьому розділі, незрозуміло чому у залежності прозорості діелектричного прошарку від товщини, представленому на рис.3.3, не враховуються ефекти поглинання.
2. У четвертому розділі, де порівнюються струм-фазові залежності у тунельному надпровідному контакті на основі надпровідників із s^{++} та s^{\pm} симетріями параметрів порядку, незрозуміло за яким принципом обирались значення коефіцієнтів зв'язку g . Зокрема, цікаво було б з'ясувати що є причиною зменшення струму для s^{\pm} симетрії та визначити межі цього ефекту – чи може струм зменшуватись до нуля та за яких умов?
3. Є загальне зауваження стосовно позначень величин у формулах: часто зовсім різні фізичні величини позначаються однаковими символами, що ускладнює сприйняття роботи.

Проте, вказані зауваження жодним чином не знижують теоретичної та практичної значущості роботи і не впливають на загальну високу оцінку роботи, а лише є побажаннями дисертанту в подальшій роботі.

Дисертаційне дослідження «Ефекти фазової когерентності у тунельних надпровідних контактах на основі однозонних та двозонних надпровідників» є завершеною самостійною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати. Робота виконана відповідно до вимог ДАК МОН України, що висуваються п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567

від 24.07.2013 р., а її автор Шутовський Арсен Миколайович, безсумнівно, заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика.

Офіційний опонент:



Олександр Кордюк,
доктор фізико-математичних
наук, професор, академік НАН
України, директор Київського
академічного університету