

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на выпускную квалификационную работу бакалавра
А.М.Табурченко

«Транспортные свойства топологического джозефсоновского контакта»

Выпускная квалификационная работа А.М.Табурченко посвящена исследованию физики майорановских нулевых мод и низколежащих состояний в топологических джозефсоновских контактах. Такие системы активно исследуются как теоретически, так и экспериментально с целью обнаружения или демонстрации физики, связанной с топологической сверхпроводимостью, и подтверждения существования в них нулевых мод. Эти моды, как ожидается, имеют необычные физические свойства, такие как неабелева квантовая статистика и устойчивость по отношению к различным возмущениям и беспорядку, в перспективе они могут быть использованы для реализации топологически устойчивых квантово-когерентных устройств. В недавних экспериментах были обнаружены особенности, вероятно связанные с майорановскими модами, которые требуют понимания и интерпретации со стороны теории, также представляют интерес новые методы исследования их физических свойств.

В своей работе Артём исследовал влияние на подобные моды дополнительного градиента фазы (импульса куперовских пар), приложенного к контакту, в связи с недавними исследованиями в этом направлении. Такой импульс может быть создан как непосредственно приложением внешнего магнитного потока в петле, содержащей контакт, так и приложением тока в области контакта. В геометрии контакта возможно либо приложение такого импульса вдоль зазора в контакте, либо приложения дополнительной разности фаз на контакте, как аналога поперечного импульса.

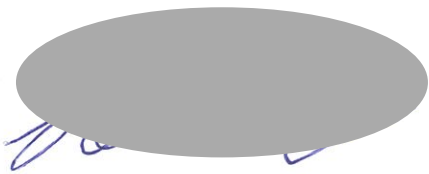
Было показано, что при приложении импульса пар (или тока) вдоль зазора между сверхпроводниками, низколежащие моды сначала меняют пространственный профиль анизотропным и асимметричным образом, а при превышении порогового значения тока делокализуются. Если ток включается резко, то возникает динамика состояний. Майорановское состояние, как ожидается на основании предыдущих исследований, покидает кор джозефсоновского вихря как единая псевдочастица, движущаяся в перпендикулярном к зазору (и току) направлении. Это явление было описано в квазиклассическом приближении. Показано также, что при конечном значении химического потенциала динамика более сложная, и нулевая мода может вылетать как несколько волновым пакетов в зависимости от параметров.

При приложении вместо этого дополнительной разности фаз возникает изменение, которое можно описывать на разных языках. С одной стороны, волновые функции низколежащих уровней, включая нулевой, меняет пространственный профиль, а с другой стороны, можно сказать, что состояния движутся вместе с вихрём. Если создавать неоднородное распределение магнитного поля в контакте, возможно создание профиля эффективной потенциальной энергии, отличное от линейного. При скачке в этой зависимости ситуация близка к случаю продольного тока: при малой дополнительной фазе состояние искажается, а затем делокализуется, достигая следующего вихря. Для случая однородного поля был также изучен случай резкого приложения разности фаз, когда связанные на вихре состояния начинают колебательные движения вокруг нового положения вихря.

В ходе своей работы Артём ознакомился с новой для себя темой, получил ряд новых

результатов. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам Положением о ВКР студентов МФТИ, и может быть оценена на «отлично», а А.М.Табурченко заслуживает присуждения квалификации бакалавра.

Научный руководитель:



Ю.Г.Махлин, д.ф.-м.н., член-корр. РАН, профессор

25 июня 2026 г.