

## ОТЗЫВ

научного консультанта о работе старшего научного сотрудника отдела физики сверхпроводников (№120) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики микроструктур Российской академии наук **САМОХВАЛОВА Алексея Владимировича.**

Наше научное сотрудничество с А.В.Самохваловым началось в 2007 году с изучения роли обменных эффектов в неодносвязных гибридных структурах сверхпроводник-ферромагнетик с диффузным типом проводимости. Алексей Владимирович внес определяющий вклад в постановку и решение этой теоретической задачи. Предложенная им идея рассмотреть на примере неодносвязных (многосвязных) гибридных структур конкуренцию двух базовых механизмов разрушения сверхпроводимости (орбитального и парамагнитного) оказалась весьма плодотворной, позволила получить новые и интересные результаты, которые стали предметом нескольких публикаций. По сути речь идет о влиянии эффекта близости и обменного поля на классический орбитальный эффект – квантовые осцилляции Литтла-Паркса. Позднее влияние размерных эффектов на осцилляции температуры фазового перехода в сверхпроводящее (сверхтекучее) состояние в системах с обменным взаимодействием было теоретически изучено нами на примере квазидвумерного мезоскопического диска в фазе Ларкина-Овчинникова-Фулде-Феррела и сверхтекучего Ферми газа с разбалансом населенностей в спиновых подзонах.

Следующая наша совместная работа была посвящена «классической» проблеме пиннинга вихря Абрикосова на протяженном дефекте (на цилиндрическом отверстии). Эта проблема, впервые рассмотренная еще Г. Мкртчяном и В. Шмидтом в 1971 г., неоднократно привлекала к себе внимание как теоретиков, так и экспериментаторов. Однако, как оказалось, крайне интересный случай отверстия с размерами меньше или порядка длины когерентности при нулевой температуре не был рассмотрен. Стандартные подходы и методы, основанные на феноменологических моделях, для описания взаимодействия вихрей с подобными центрами пиннинга недостаточны, и А.В. Самохвалов удачно применил микроскопический подход, основанный на решении уравнений Андреева на квазиклассических траекториях. Был получен новый и крайне важный результат – разрыв аномальной ветви спектра квазичастиц в вихре на дыре и формирование минишели в спектре в окрестности уровня Ферми. Сейчас этот результат активно цитируется другими учеными, а приоритет А.В. Самохвалова в его получении не вызывает сомнений.

Задача о структуре вихревой материи в тонких пленках слоистых сверхпроводников, «возникла» из экспериментов по лоренцевской микроскопии вихрей в высокотемпературных сверхпроводниках, где наблюдались некоторые особенности вихревого состояния, которые не укладывались в общепринятые модели и представления. Хотя качественно причина наблюдавшихся аномалий была нами понята достаточно быстро, детальные расчеты энергии парного взаимодействия вихрей были выполнены А.В. Самохваловым, что подтверждает его важную роль в этой работе. Расчеты полностью подтвердили исходную гипотезу о конкуренции двух дальнедействующих

эффектов: притяжения из-за анизотропии и отталкивания из-за полей рассеяния вихрей вне пленки. Последующие за этим вычисления энергии связи вихревых молекул и анализ структурных фазовых переходов в решетке вихрей позволили А.В. теоретически предсказать новый тип устойчивых вихревых структур: вихревых молекул (кластеров), образованных из цепочек с небольшим числом вихрей, и необычных решеток наклонных вихрей с несколькими квантами магнитного потока в элементарной ячейке.

Отдельно хотелось бы отметить удачное и плодотворное сотрудничество А.В. Самохвалова с группой, занимавшейся экспериментальным исследованием влияния субмикронных ферромагнитных частиц на транспортные свойства джозефсоновских переходов. А.В. Самохвалов начал эту работу с анализа уже выполненных к тому времени измерений критического тока контакта, предложил модель торцевого контакта в поле цепочки точечных магнитных диполей и выполнил расчеты полевой зависимости критического тока. Качественно результаты этих расчетов соответствовали измерениям. Позднее им была предложена иная конструкция гибридной системы из контакта и магнитных частиц, которая была реализована и изучена экспериментально. Выполненные измерения прекрасно подтвердили развитую А.В. Самохваловым теорию джозефсоновского транспорта в таких структурах. Основываясь на экспериментах А.В. Самохвалов предложил способ управления характеристиками джозефсоновского контакта и теоретически показал возможность формирования на основе подобных гибридных структур «пи»-контакта, имеющего в основном состоянии нетривиальную разность фаз «пи» между сверхпроводящими электродами. Эта работа вошла в число лучших результатов института, была поддержана РФФИ грантом ОФИ-М.

Проблема управления джозефсоновским транспортом в гибридных структурах является также предметом наших последних совместных работ с А.В. Самохваловым. Речь идет о крайне интересном экспериментальном наблюдении эффекта дальнего действия в структурах сверхпроводник-ферромагнетик с эффектом близости: заметные сверхпроводящие корреляции сохраняются на аномально большом расстоянии от границы раздела. Предложенный нами новый механизм дальнего действующего джозефсоновского транспорта в баллистических гибридных структурах со спин-орбитальным взаимодействием объясняет некоторые особенности экспериментальных наблюдений этого необычного явления. Следует отметить, что при решении этой задачи А.В. Самохвалов удачно и адекватно соединил аналитические и численные методы, что, в целом, можно сказать и в отношении всех остальных задач: как правило, А.В. Самохвалов старается максимально «продвинуть» аналитическое решение проблемы, и это, безусловно, способствует выяснению физической сути изучаемого явления. Основываясь на развитом А.В. Самохваловым аппарате описания баллистического транспорта, был предложен способ эффективного управления критическим током и ток-фазовой зависимостью подобных гибридных структур, который может стать основой нового класса наноустройств, использующих связь между электронными и механическими степенями свободы

Таким образом, диссертационная работа Самохвалова А.В. является существенным вкладом в развитие нового направления – физики гибридных сверхпроводящих структур и содержит ряд новых интересных результатов, научная достоверность которых и приоритет автора не вызывают сомнения. Результаты работы полно и своевременно

опубликованы в периодических изданиях, докладывались на международных и Всероссийских конференциях и семинарах и хорошо известны и признаны международным научным сообществом. Во время работы над диссертацией Самохвалов А.В. являлся руководителем нескольких грантов РФФИ по теме диссертационной работы, и соисполнителем научных программ РАН. Результаты, полученные Самохваловым А.В. или при его участии, неоднократно оказывались в числе лучших результатов института. Самохвалов А.В. является высококвалифицированным специалистом, одним из ведущих сотрудников ИФМ РАН, пользующимся заслуженным уважением и авторитетом в лаборатории.

Оценивая диссертацию Самохвалова А.В. в целом, можно заключить, что она соответствует всем требованиям Положения ВАК России о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, и соискателю может быть присвоена ученая степень доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

15 марта 2015г.

Научный консультант:

Заведующий лабораторией теории  
мезоскопических систем  
Института физики микроструктур РАН  
доктор физико-математических наук



А.С.Мельников

"Подпись А.С. Мельникова удостоверяю"

Ученый секретарь Института физики микроструктур РАН

кандидат физико-математических наук



Д.А.Рыжов