

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Денисова Константина Сергеевича на тему:
«Теория транспортных явлений в системах с киральным спиновым порядком»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.04.02 – «теоретическая физика»

Диссертационная работа Денисова К.С. посвящена теоретическому исследованию зарядового и спинового транспорта в системах с киральным спиновым порядком, а также описанию механизмов кирального спинового упорядочения, актуальных для полупроводниковых наноструктур. Основные результаты работы состоят в разработке теории транспортных явлений и, в частности, топологического эффекта Холла в системах с киральными спиновыми текстурами. Автором развита техника точного решения задачи рассеяния электрона на киральных спиновых структурах и показано, что асимметрия рассеяния имеет место вне зависимости от топологии киральной спиновой текстуры. Продемонстрировано существование различных режимов топологического эффекта Холла (режимы сильной и слабой связи) и определены параметры, при которых осуществляются эти режимы. Другим значимым результатом работы можно считать описание новых механизмов образования киральных спиновых текстур, аналогичных магнитным скирмионам. Автором построена теория, описывающая формирование равновесных киральных спиновых текстур за счет электростатического беспорядка в двумерных системах. Предложен механизм кирального спинового упорядочения в системах на основе магнитных полупроводников. Показано, что различные дефекты кристалла, такие как примесные центры, вакансии или флуктуации поверхности, оказываются источниками киральных спиновых текстур. Работа имеет фундаментальное и практическое значение, а приведенные в ней результаты, безусловно, являются актуальными, поскольку тематика транспортных явлений в киральных спиновых системах является темой исследования большого числа научных групп по всему миру.

Первая глава диссертации содержит классификацию различных киральных спиновых текстур, описание различных материальных систем, в которых возможны проявления кирального спинового порядка и обзор явлений, связанных с киральным спиновым порядком в веществе. Также в первой главе представлен обзор экспериментальных и теоретических исследований топологического эффекта Холла. Эта часть диссертации демонстрирует актуальность теоретических исследований данной тематики. Вторая глава диссертации посвящена оригинальному теоретическому исследованию процессов рассеяния носителей заряда на киральных спиновых текстурах. Представлена теоретическая модель, содержащая двумерную электронную систему с параболическим спектром и обменное взаимодействие между носителями заряда и статическим спиновым полем. Показано, что киральное упорядочение спинов в пространстве приводит к асимметричному рассеянию электронов, при этом особенности и свойства асимметричного рассеяния определяются характером спиновой динамики электрона в поле киральной спиновой текстуры. Достоинством данного рассмотрения можно считать то, что развитая теория позволила исследовать асимметричное рассеяние электронов для произвольной величины обменного взаимодействия и радиуса скирмионов. Важным результатом, полученным с помощью предложенной методики, является обнаружение различных режимов топологического эффекта Холла. В третьей

главе диссертации представлено теоретическое описание топологического эффекта Холла в неупорядоченных системах с киральными спиновыми текстурами. Проведен расчет кинетических коэффициентов двумерного вырожденного электронного газа в условиях кирального спинового беспорядка. Приведено исследование холловского сопротивления разреженной киральной спиновой системы в зависимости от вида спиновых текстур и положения уровня Ферми. Автором впервые получены выражения для кинетических коэффициентов неупорядоченных систем со спиновыми текстурами. Развитая теория предлагает описание поведения электросопротивления таких систем. Четвертая глава диссертации посвящена рассмотрению микроскопических механизмов формирования киральных спиновых текстур в магнитных полупроводниках. Показано, что киральный спиновый порядок в магнитных системах универсальным образом возникает в результате электростатического беспорядка. Приведено теоретическое описание механизма кирального упорядочения магнитных примесей, обусловленного локализацией носителей заряда в неупорядоченных парамагнитных системах. Кроме этого предложен механизм образования термодинамически равновесных киральных спиновых текстур делокализованными носителями заряда в условиях электростатического беспорядка.

Приведенные в автореферате результаты диссертации физически обоснованы. Работа выполнена на высоком научном уровне, что подтверждается ее апробацией на большом числе конференций (в том числе международных) и публикацией ее результатов в ведущих научных журналах. Полученные результаты представляют большой фундаментальный научный интерес, их новизна и высокий уровень не вызывают сомнений. Считаю, что диссертационная работа Денисова К.С. соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а соискатель Денисов К.С. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «теоретическая физика».

20.01.2020

Югова Ирина Анатольевна,
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры физики твердого тела,
Санкт-Петербургский Государственный Университет,
Адрес: 198504, г. Санкт-Петербург, Петродворец, ул. Ульяновская 1

Тел.: +7(911)1545038

E-mail: i.yugova@spbu.ru