

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на выпускную квалификационную (магистерскую) работу Д.С. Каткова
“Нелинейная сигма-модель в непрерывном пределе модели Чалкера-Коддингтона
для спинового квантового эффекта Холла”

Работа Д.С. Каткова посвящена теоретическому исследованию длинноволнового описания (нелинейная сигма модель) одномерных киральных фермионов со случайным туннелированием с симметрией типа Боголюбова-Де Жена. Такая модель описывает двумерную систему реализующую спиновый квантовый эффект Холла (класс C по классификации Атланда-Цирнбауэра). Несмотря на то, что для целочисленного квантового эффекта Холла длинноволновой предел аналогичной модели был получен более 30 лет назад, для случая симметрии класса C такое вычисление отсутствовало в литературе.

В отличие от целочисленного квантового эффекта Холла для спинового квантового эффекта Холла имеется большое количество точных аналитических результатов для критической области перехода в том числе, точное значение индекса корреляционной длины. В тоже время результаты для области слабой связи (большие значения спинового продольного кондактанса) в спиновом квантовом эффекте Холла отсутствуют. В частности имеется небольшое количество микроскопических модель, длинноволновое описание которых демонстрирует спиновый квантовый эффект Холла. Дипломная работа Д.С. Каткова направлена на установление еще одной такой микроскопической модели. Дополнительную актуальность работе дает возросший в настоящее время интерес к сравнению критического поведения спинового и целочисленного квантовых эффектов Холла.

Несмотря на то, что схема вывода нелинейной сигма модели из микроскопической фермионной модели хорошо отработана, в магистерской работе Д.С. Катков успешно решил ряд проблем, возникших на этом пути. Во-первых, им было предложено расширение изначальной модели, в котором на каждой линке имеется не один, а $N \gg 1$ киральных фермионов. В дальнейшем этот большой параметр позволил обосновано использовать седловое приближение в функциональном интеграле и в итоговой нелинейной сигма модели попасть в область слабой связи. Также Д.С. Катков рассмотрел самый общий случай модели, совместимой с симметрией Боголюбова-Де Жена, и обнаружил, что при выводе нелинейной сигма модели триплетный сектор теории не отщепляется от синглетного как происходило для более частных случаев, рассматривавшихся ранее в литературе. В ситуации общего положения этот триплетный сектор оказывается массивным и приводит к поправкам $1/N$, которые могут быть отброшены.

Главным результатом магистерской работы Д.С. Каткова является обнаружение перехода между фазой типа спинового квантового эффекта Холла и фазой, в которой киральные линки оказываются димеризованными и система даже в континуальном пределе остается одномерной. Этот переход контролируется асимметрией амплитуд туннелирования между четными и нечетными линками. По результатам, полученным в магистерском дипломе подготовлена статья, которая была выложена в arXiv (2604.10552) и отправлена в журнал Physical Review B.

Магистерская работа написана в достаточно подробной форме и содержит все основные этапы достаточно длинных и трудоемких, хотя и прямолинейных, вычислений. Также в дипломе имеется физическое обсуждение полученных результатов. Представленная магистерская работа удовлетворяет всем требованиям к выпускной квалификационной работе для магистра, а Д.С. Катков заслуживает присуждения степени магистр с оценкой отлично (10).

научный руководитель
Бурмистров Игорь Сергеевич,
док. физ.-мат. наук, проф. РАН
зам. дир. ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН
17 июня 2026 г.