

ОТЗЫВ
на диссертационную работу Гранта Топчяна (Hrant Topchyun)
“Edge states in quantum Hall effect and in topological insulators”,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 - теоретическая физика

Диссертационная работа Гранта Топчяна посвящена интересной и актуальной проблеме современной физики твердого тела, а именно, объяснению физики фазового перехода между дискретными, целочисленно квантованными плато проводимости в эффекте Холла.

После экспериментов фон-Клитцга хорошо известно, что Холловская проводимость целочисленно (и дробно) квантована. На этих плато система является изолятором, причем представляющим разные фазы системы, а при переходе из одного плато в другое происходит фазовый переход и система приобретает обычную проводимость. Индекс корреляционной длины экспериментально измерен и равно 2.38 ± 0.06 .

В 90 годах Чалкером и Годдингтоном была предложена модель, которая, как предполагалось, объясняет физику фазового перехода с критическим индексом радиуса локализации ~ 2.5 . Точные численные вычисления индекса в 2009-2015 гг. показали, что в рамках предложенной модели индекс равен $2.56 - 2.61$. Поэтому возникает необходимость в новой модели, которая корректно объясняет физику данного фазового перехода. Актуальность диссертационной работы Топчяна посвящена решению этой проблемы.

Проект решения этой проблемы был предложен в работе Грузберга, Нудинга, Клумпера и Седракияна в *Phys.Rev.B* 95, 125414 (2017), в которой было показано, что случайный потенциал, в котором находится система, индуцирует эффективное 2D гравитационное поле в котором критические индексы меняются.

Диссертационная работа Топчяна состоит из трех глав. В первой главе приводится обзор состояния проблемы и попытки ее решения.

Вторая глава посвящена обоснованию физического механизма образования эффективного, индуцированного случайным потенциалом, случайных поверхностей, которые генерируют двумерную гравитацию как математический трюк. Механизм интересный и, мне кажется, впервые рассматривается в данной проблематике. Это исследование показывает, как возникающие граничные состояния в проблеме взаимодействуют с гравитацией. В этой главе приведена также техника привлечения S-матричного подхода к вычислению индекса корреляционного радиуса. Эта техника нова и по-видимому впервые применяется к подобным задачам. В этой главе рассматривается также применимость критерия Харриса к проблемам беспорядка в присутствии гравитации.

Третья глава посвящена к исследованию топологических свойств граничных состояний в спиновых системах. С некоторых пор стало понятно, что помимо фаз, характеризуемых свойствами параметра порядка в теории фазовых переходах Ландау, существуют также фазы, характеризуемые топологическими свойствами. Такими являются состояния защищенные симметриями (Symmetry protected topological phases, SPT).

Граничные состояния появляются не только в эффекте Холла, но и в топологических изоляторах. Они несут топологическую характеристику и в настоящее время, в большом

количестве исследований, рассматриваются также как потенциальные носители битов в квантовых компьютерах.

Топчяном рассмотрена проблема SPT фаз на основе группы симметрии Z_3 и

$Z_3 \times Z_3 \times Z_3$. Подробно изучены конформные свойства граничных состояний, найдено значение центрального заряда системы. В работе построена конформная теория ее низколежащих состояний. Тем самым решена очень интересная и актуальная проблема. Автор проявил глубокие знания современной топологии.

У меня есть два замечания к рассматриваемой работе. Было бы правильно дать более широкое описание проблемы Харриса и его модификации с более четким обоснованием ее необходимости. Исследование выглядело также более полным, если бы типы граничных состояний были проанализированы более подробно.

Эти замечания не снижают качества представленной диссертации. Диссертация Г. Топчяна содержит результаты, являющиеся очень важными для физики плато-плато переходов в эффекте Холла и граничных состояний.

Диссертация Г. Топчяна "Edge states in quantum Hall effect and in topological insulators" отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата физико-математических наук специальности теоретическая физика, а сам Грант Топчян заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв составил:



Белавин Александр Абрамович

док.физ.мат. наук, чл.-корр РАН, г.н.с.

Дата 14.02.2024

sashabelavin@gmail.com

Институт проблем передачи информации имени А. А. Харкевича РАН (ИППИ РАН)

Почтовый адрес: 127051, Москва, Большой Каретный пер., д. 19, стр. 1

Телефон: +7 (495) 650-42-25

Подпись Белавина А.А. заверяю:

Зав. канцелярией
Гипонова ИЮ

