

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по научной работе
Санкт-Петербургского
Государственного университета



Профессор С.П.Туник
« 14 » мая 2015 г.

Отзыв

ведущей организации о диссертации Садофьева Андрея Владимировича «Макроскопические проявления киральной аномалии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Диссертационная работа А.В. Садофьева посвящена изучению макроскопических проявлений аксиальной аномалии теории сильных и электрослабых взаимодействий. Явление аксиальной аномалии играет ключевую роль для фермионов и является точным результатом квантовой теории поля, в то время как большинство расчетов в теории сильных взаимодействий могут быть проведены лишь в теории возмущений. Основными проявлениями аномалии служат киральные эффекты – токи зарядов системы частиц вдоль аксиальных полей.

Реальными системами, в которых существенны киральные эффекты, могут оказаться: кварк-глюонная плазма, которая возникает в столкновениях тяжелых ионов при сверхвысоких энергиях, а также новые материалы – Вейлевские

полуметаллы и Дираковские металлы. Поэтому важным является изучение зависимости макроскопических проявлений аксиальной аномалии от ультрафиолетовых и инфракрасных свойств системы. Это позволит определить роль аномальных явлений в сильно взаимодействующих средах.

Особый интерес аномальные транспортные свойства среды представляют в связи с возможной недиссипативностью – отсутствием потерь на распространение в среде, что подобно случаю сверхпроводящего тока. Такие макроскопические проявления микроскопической (квантовой) структуры позволяют изучить многие свойства фундаментальной теории. В работе исследуются пути вычисления аномальных кинетических коэффициентов и обсуждается применимость теоретических вычислений к реально существующим системам.

Важность макроскопических проявлений квантовых эффектов и возможная экспериментальная проверка киральных эффектов определяют актуальность исследований, выполненных в диссертационной работе А.В. Садофьева.

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, а также списка литературы, который насчитывает 71 ссылку.

Во введении формулируется рассматриваемый круг вопросов и сделан обзор существующих подходов к проблеме аномальных явлений в теории поля, даётся краткое описание работы, сформулированы полученные результаты.

Во второй главе диссертационной работы проделан обзор методов вычисления киральных эффектов для невзаимодействующего газа фермионов. Сделаны расчеты для аномальных проводимостей в приближении линейного отклика, где может быть использована формула Кубо, и в пределе сильных внешних полей, где вакуум теории претерпевает значительные изменения, что приводит к появлению уровней Ландау и требует суммирования токов по новым степеням свободы.

В третьей главе автор строит эффективную теорию поля для описания киральных эффектов. Получена связь между соответствующими транспортными явлениями и аномалиями эффективной теории. Обсуждаются инфракрасные поправки к аномальным проводимостям и возможные сценарии насыщения условия т'Хоофта. Прделан первичный анализ инфракрасной зависимости киральных эффектов. Обсуждается возможность реализации аномального транспорта на бозонных степенях свободы для более низких температур.

Четвёртая глава посвящена рассмотрению аномальной гидродинамики. Приведён пример перехода от теоретико-полевого описания к гидродинамическому в случае дуальных моделей. Показана высокая степень универсальности аномальных проводимостей, которые могут быть фиксированы даже на гидродинамическом уровне. Произведено сравнение результатов для случаев сильной и слабой связи, обсуждаются причины сохранения универсального ответа в рассмотренных приближениях.

В пятой главе обсуждается степень универсальности аномальных проводимостей. Изучена зависимость ответа от инфракрасных свойств теории. Разобраны детали фиксации ультрафиолетовых свойств киральных эффектов аномалией. Приведены конкретные примеры моделей с киральными эффектами отличными от полученного ранее «универсального результата».

В шестой главе исследованы общие свойства киральной среды и возможность существования киральной симметрии на классическом уровне. Получено ограничение на диссипативные свойства аномального транспорта и доказана возможность существования равновесных транспортных явлений в таких системах.

В заключении работы обсуждаются результаты диссертации и формулируются вопросы, требующие дальнейшего изучения.

К недостаткам диссертации следует отнести неточность в определении источников аномалии в квантовой теории фермионов. Расхожее представление о неинвариантности меры функционального интеграла относительно локальных аксиальных преобразований (подход Фужикавы-Вергелеса) не соответствует реальной причине, которая ведет к аномалии. Мера является универсальной и не зависящей от функционала действия в то время, как аномалия возникает в результате регуляризации действия фермионов, т.е. фермионного детерминанта. В свое время это было показано в работах: A.A.Andrianov, L.Bonora and R Gamboa-Saravi. "Regularized functional integral for fermions and anomalies", Phys.Rev. D26/10 (1982) p.2821-2826.

A.A.Andrianov and L.Bonora. "Finite-mode regularization of the fermion functional integral, Part I", Nucl.Phys. B233/2 (1984) p.232-246.

Текст диссертации содержит умеренное количество стилистических неточностей и опечаток.

Вместе с тем, указанные недостатки не влияют на основные результаты диссертации и не умаляют их значение.

В целом диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, содержащее новые результаты, которые важны для определения

наблюдаемых аномальных явлений и, в частности, аномальных транспортных коэффициентов в сильновзаимодействующих средах таких, как файерболы, образующиеся при столкновениях тяжелых ионов и киральные полуметаллы.

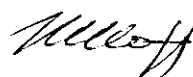
Диссертация написана ясным языком. Ее результаты являются новыми и достоверными, исследования по теме диссертации опубликованы в 4 печатных работах в ведущих рецензируемых научных журналах, прошли апробацию на российских и международных конференциях и семинарах. Результаты диссертации могут найти применение в Санкт-Петербургском государственном университете., в Московском государственном университете, в Математическом институте РАН, ПИЯФ, ОИЯИ, ФИАН, ИТЭФ и других научных учреждениях Российской Федерации. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация Андрея Владимировича Садофьева «Макроскопические проявления киральной аномалии» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к диссертациям, представляемым на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, а её автор А.В.Садофьев заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры физики высоких энергий и элементарных частиц Санкт-Петербургского государственного университета

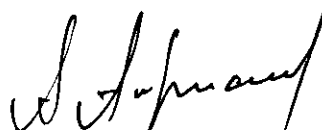
12 мая 2015 года (протокол № 3/2).

Заведующий кафедрой физики
высоких энергий и элементарных частиц
физического факультета СПбГУ
доктор физ.-мат. наук, профессор

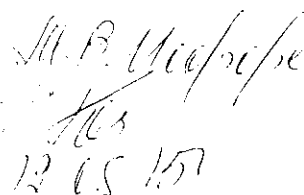


М.В.Иоффе

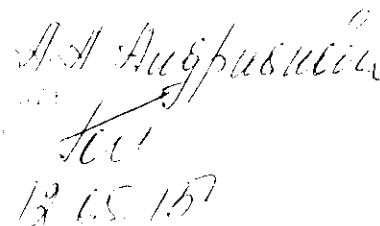
Отзыв составил,
доктор физ.-мат. наук, профессор



А.А.Андрианов



12.05.15



12.05.15