

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию М.Р. Киракосяна  
«Коллективные эффекты в столкновениях ультрарелятивистских ядер», представленную на  
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.02 – теоретическая физика.

В столкновениях релятивистских ядер при больших энергиях рождается огромное количество частиц (вплоть до 13000 заряженных частиц на ЛНС при столкновениях ядер свинца с энергией 2.76 ТэВ на нуклон в системе центра масс). Плотность энергии и температура вещества, образующегося в соударениях, достигают существенных значений (на ЛНС – порядка 150 ГэВ/фм<sup>3</sup> и 300 МэВ, соответственно) по сравнению с обычной ядерной материей. При больших числах заполнения такая материя, очевидно, обладает коллективными свойствами, не проявляющимися в столкновениях протонов. Интерес к исследованию коллективных свойств в экспериментах по столкновению ядер связан как с теоретическими соображениями (представляется важным изучение поведения калибровочных теорий при больших числах заполнения), так и с практической стороной (изучение материи, образующейся в столкновениях, дает информацию о ее состоянии, которое реализовывалось в первые мгновения после Большого Взрыва).

В диссертации М. Р. Киракосяна «Коллективные эффекты в столкновениях ультрарелятивистских ядер» рассматривались некоторые свойства сильновзаимодействующего вещества, образующегося в результате ядерных столкновений. В частности, изучалась феноменология черенковского излучения глюонов, турбулентные поправки к поляризации кварк-глюонной плазмы и потери на переходное излучение на случайных неоднородностях. Актуальность работы связана с важностью всестороннего понимания свойств материи, находящейся в экстремальных условиях.

Диссертация состоит из введения, трех глав, списка цитируемой литературы из 152 наименований и девяти приложений (7 приложений ко второй главе и 2 приложения к третьей главе). Объем: 151 страница. Диссертация содержит 15 рисунков и 1 таблицу.

Введение к диссертации представляет собой краткий обзор феноменологии столкновений ультрарелятивистских ядер. Сформулированы задачи диссертации, раскрыто содержание глав.

Первая глава диссертации посвящена феноменологии черенковского излучения глюонов применительно к столкновениям ультрарелятивистских ядер. Во введении к главе представлена история вопроса, основные сведения о черенковском излучении и краткое описание экспериментов по двухчастичным корреляциям адронов на RHIC. Далее излагается способ моделирования черенковского излучения в среде. Показано, что при учете многократного рассеяния можно описать данные по двухчастичным корреляциям адронов коллабораций STAR и PHENIX. Оцениваются потери за счет излучения черенковских глюонов, показано, что они могут быть сравнимы с радиационными потерями.

Вторая глава посвящена вычислению поляризации в турбулентной кварк-глюонной плазме. Введение содержит информацию о ее неустойчивостях, здесь же приведены основные соотношения кинетической теории кварк-глюонной плазмы. Далее описан метод расчета поляризационных свойств турбулентной плазмы. Произведено вычисление поправок к поляризации в длинноволновом пределе. Рассчитаны поправки к дисперсионным соотношениям для плазмонов. Рассмотрены физические следствия и условия применимости используемого формализма.

Третья глава посвящена исследованию поправок к потерям за счет рассеяния на случайных неоднородностях. Показано, что этими потерями можно пренебречь как для

случая кварк-глюонной плазмы, так и в случае среды, в которой присутствует черенковское излучение глюонов.

В приложениях собраны громоздкие вычисления.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- 1) Не учтена геометрия столкновений при моделировании черенковского спектра, что могло бы позволить описать различие в данных коллабораций STAR и PHENIX.
- 2) Диссертация содержала большое количество опечаток и жаргонных выражений.

Перечисленные замечания не имеют определяющего значения и не снижают общую высокую оценку диссертационной работы. Диссертант продемонстрировал все навыки сложившегося исследователя, компетентного в своей области.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Основные результаты опубликованы в открытой печати в отечественных и зарубежных журналах. Работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Киракосян М. Р., по моему мнению, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 --- теоретическая физика.

Ведущий научный сотрудник,  
доктор физико-математических наук  
E-mail: [snigirev@lav01.sinp.msu.ru](mailto:snigirev@lav01.sinp.msu.ru)

 Снигирев Александр Михайлович

04 сентября 2015 года

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»,  
Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В.Скобельцына  
(сокращенное название: НИИЯФ МГУ).

119234, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2. Тел.: +7(495)939-18-18

Факс: +7(495)939-08-96, Электронный адрес администрации института:

[info@sinp.msu.ru](mailto:info@sinp.msu.ru)

Подпись А. М. Снигирева удостоверяю:

Директор НИИЯФ МГУ  
профессор, доктор физико-математических наук

  
 М.И. Часнюк