

Отзыв официального оппонента  
о диссертационной работе Дениса Леонидовича Бойды  
«Исследование сильно взаимодействующих систем методами квантовой  
теории поля на решётке»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук  
по специальности 01.04.02 «Теоретическая физика».

Диссертационная работа Дениса Леонидовича Бойды посвящена одной из актуальных проблем современной теоретической физики — изучению термодинамических свойств сильно взаимодействующих систем. Такие системы плохо поддаются теоретическому изучению из-за большого значения константы связи, что не позволяет применять теорию возмущений. Используемый в работе подход численного моделирования, основанный на квантовой теории поля в решёточной регуляризации, является одним из основных инструментов, позволяющих получать непертурбативные результаты в квантовой хромодинамике.

В работе, представленной соискателем, ставятся и рассматриваются задачи, которые важны для понимания физики квантовых сильно взаимодействующих систем при конечных плотностях и для исследования фазовой диаграммы квантовой хромодинамики. В настоящее время фазовая диаграмма активно изучается научным сообществом, поэтому нет сомнений в актуальности проведённых исследований.

Диссертационная работа написана ясным языком и хорошо структурирована. Подход квантовой теории поля на решётке описан с оптимальной степенью подробности.

Следует выделить ту часть исследования, которая посвящена изучению фазовой диаграммы квантовой хромодинамики при конечном химическом потенциале, где решёточное моделирование не может быть выполнено. В настоящее время наиболее распространённым является подход, в котором расчёт физических величин при конечной плотности основан на данных численного моделирования, проведённого при нулевом химическом потенциале. В рассматриваемой диссертации сформулирован новый метод, согласно которому можно исследовать фазовую диаграмму квантовой хромодинамики при конечных плотностях, используя функции канонического распределения, вычисленные с помощью решёточного моделирования при мнимом значении химического потенциала. С помощью этого метода получены новые данные о зависимости барионной плотности и её флуктуаций от химического потенциала.

Во второй главе Бойда Д. Л. использует метод решёточных вычислений для изучения вклада радиационных поправок в оптическую проводимость графена и делает вывод о том, что эффекты взаимодействия не приводят к значительному изменению проводимости не смотря на то, что эффективная константа связи в графене близка к двойке.

Работа не лишена недостатков. Так, автору следовало бы более подробно обсудить выбор отношения масс мезонов  $m_\pi/m_\rho = 0.8$ . Кроме того, сравнение расчётов с данными эксперимента RHIC проведено довольно нерациональным образом: на основе экспериментальных данных по протонной множественности вычисляются флуктуации барионной плотности, которые затем сравниваются с полученными предсказаниями. Вместо этого следовало бы предсказать те величины, которые непосредственно измеряются в эксперименте. Во второй части работы соискатель задает эффективный потенциал взаимодействия носителей заряда в графене: на маленьких расстояниях потенциал задается матричными значениями, учитывающими экранирование  $\sigma$ -электронов, на больших — потенциалом Кулона, а промежуточная область сшивается с помощью подбора эффективной диэлектрической проницаемости. При этом обоснования выбора такого потенциала сделано не достаточно подробно. Следует отметить, в работе содержится незначительное количество опечаток и грамматических ошибок.

Тем не менее, несмотря на сделанные замечания, сформулированные в диссертации выводы представляют значительные интерес для физики высоких энергий и будут востребованы как в экспериментальном исследовании соударений тяжёлых ионов на современных ускорителях, так и в дальнейших теоретических разработках в данной области.

Результаты диссертации являются новыми и достоверными, опубликованы в 7 печатных работах в ведущих реферируемых научных журналах, прошли апробацию на международных конференциях. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Таким образом, можно сделать вывод, что диссертационная работа Дениса Леонидовича Бойды «Исследование сильновзаимодействующих систем методами квантовой теории поля на решётке» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор, Денис Леонидович Бойда, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв составил заведующий Лабораторией тяжёлых кварков и редких распадов Отдела экспериментальной физики высоких энергий Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета

имени М.В. Ломоносова,  
119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2,  
тел.: +7 495 939 10 68,  
эл. адрес: Alexander.Berezhnoy@cern.  
доктор физико-математических наук

Подпись А. В. Бережного заверяю.  
Зам. директора НИИЯФ МГУ

1/6,

Александр Викторович Бережной  
20.09.2018



Саврин В. И.