

Заключение

*диссертационного совета Д 520.009.03 по диссертации Николаева А.А.
«Исследование решёточной квантовой теории поля с калибровочной группой
SU(2) при ненулевой барионной плотности»
на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 «Теоретическая физика»*

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований доказано существование трёх различных фаз для теории с калибровочной группой SU(2) и двумя ароматами динамических кварков при низкой температуре и конечной барионной плотности. Впервые численно исследовано поведение кирального конденсата в пределе нулевой массы при конечной барионной плотности в данной теории.

Наиболее существенные научные результаты, полученные соискателем, состоят в следующем:

1. Разработан программный комплекс на языке CUDA C, позволяющий численно моделировать квантовую теорию поля с калибровочной группой SU(2) и $N_f = 2, 4, 8$ ароматами динамических кварков в рамках формализма квантовой теории поля на решетке при ненулевом химическом потенциале.

2. Доказано, что при температуре, близкой к нулю, для теории с калибровочной группой SU(2) и двумя ароматами динамических кварков существуют три фазы: адронная фаза при малых значениях химического потенциала (μ_q); фаза Бозе-Эйнштейновской конденсации скалярных дикварков при промежуточных значениях μ_q ($m_\pi/2 < \mu_q < \mu_d$); фаза конденсации кварковых куперовских пар при больших значениях хим. потенциала ($\mu_q > \mu_d$).

3. Предложена гипотеза, объясняющая недостаточность учета только лидирующего порядка киральной теории возмущений для описания зависимости кирального конденсата от химического потенциала при температуре, близкой к нулю. Гипотеза основана на предположении о том, что такая зависимость чувствительна к режимам сильной и слабой связи.

4. Введен критерий оценки перехода теории в состояние конденсации кварковых пар по механизму Бардина-Купера-Шриффера, состоящий в построении отношений кварковой плотности и дикваркового конденсата к соответствующим величинам для свободного случая и поиске выхода указанных отношений на плато. Данный критерий применим только при достаточно низких температурах.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что соискателем численно изучена структура фазовой диаграммы квантовой теории поля с калибровочной группой SU(2) и двумя ароматами динамических кварков при помощи формализма решеточной регуляризации. Изучено поведение теории в киральном пределе при низкой температуре и высокой барионной плотности.

Значение для практики полученных соискателем результатов исследования подтверждается тем, что определены пределы применения

рассмотренной теории при численном изучении фазовой диаграммы адронной материи, а также при качественном анализе результатов будущих экспериментов FAIR, J-PARC, NICA. Результаты диссертационной работы могут быть использованы для моделирования фазовых состояний адронной материи при экстремальных условиях в работах, проводимых такими научными центрами как НИЦ «Курчатовский Институт», ИТЭФ, ИФВЭ и ОИЯИ.

Достоверность результатов исследования обосновывается установленной надежностью метода моделирования, продемонстрированной соискателем путём проведения тестовых расчетов при нулевом химическом потенциале и конечной температуре для двух ароматов кварков, а также при конечном химическом потенциале для четырех ароматов кварков. Эти тестовые расчеты показали полное согласие с уже опубликованными результатами других групп при тех же значениях параметров системы. Полученные соискателем результаты прошли апробацию и обсуждение на международных конференциях, научных семинарах, опубликованы в ведущих рецензируемых зарубежных и отечественных научных журналах.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном написании и проверке программного комплекса, проведении численных расчетов, обработке полученных результатов, апробации результатов исследования на конференциях. Весь объем численных расчетов и их обработка были проведены соискателем самостоятельно. Соискатель внёс определяющий вклад в подготовку к печати публикаций по проведённому исследованию.

В соответствии с п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» результаты, полученные в диссертации Александра Александровича Николаева, следует квалифицировать как существенный вклад в развитие области теории фундаментальных взаимодействий, связанной с описанием свойств адронной материи при больших значениях барионной плотности.

* * *

На заседании 31 мая 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Николаеву А.А. искомую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек (из 21 чел., входящих в состав совета), из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, проголосовал:

«за» – 15, «против» и недействительных бюллетеней нет.

На заседании присутствовали члены совета:

Мартемьянов В.П., Барабанов А.Л., Васильев А.Н., Данилян Г.В., Зайцев А.М., Зайцев Ю.М., Зверев М.В., Иванов Ю.Б., Копейкин В.И., Лютостанский Ю.С., Саперштейн Э.Е., Скорохватов М.Д., Толстихин О.И., Хромов К.Ю., Эфрос В.Д.