

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор МГУ имени М.В.Ломоносова

профессор



Отзыв ведущей организации

Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования

«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

о диссертационной работе Николаева Александра Александровича

“Исследование решеточной квантовой теории поля с калибровочной группой

$SU(2)$ при ненулевой барионной плотности”,

представленной на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Диссертация Николаева Александра Александровича посвящена теоретическому исследованию малоизученной в настоящий момент области фазовой диаграммы КХД, соответствующей малым температурам и большим значениям барионного химического потенциала. Это крайне актуальная задача, так как существует большое количество как планируемых, так уже работающих экспериментов, изучающих эту область. Так как большое значение константы связи не позволяет решать подобные задачи в рамках теории возмущений, в диссертационном исследовании использовалось решеточное моделирование. Выбранный подход является одним из основных способов получения непертурбативных результатов в квантовой хромодинамике.

К сожалению, в настоящее время отсутствуют методы, позволяющие из первых принципов моделировать КХД с калибровочной группой $SU(3)$ при ненулевой барионной плотности. Дело в том, что при ненулевом действительном химическом потенциале фермионный детерминант становится комплексным, а это делает неприменимым метод выборки по значимости. Для решения этой проблемы в диссертации предлагается

исследовать на решётке не КХД с калибровочной группой $SU(3)$, а КХД с калибровочной группой $SU(2)$. Особенностью такой “упрощённой” КХД является отсутствие вышеупомянутой проблемы знака, что делает возможным исследование данной теории в решеточном подходе, а так как фазовая диаграмма двухцветного КХД похожа на фазовую диаграмму трехцветного КХД, то можно надеяться на получение важных качественных результатов, справедливых для “реальной” КХД.

Все рассмотренные в диссертации задачи весьма важны для понимания поведения квантовых сильновзаимодействующих систем.

Очень интересным результатом диссертации является существование трёх фаз при нулевой температуре для двухцветного КХД: адронная фаза при малых значениях химического барионного потенциала; фаза Бозе-Эйнштейновской конденсации скалярных дикварков при его промежуточных значениях; фаза конденсации кварковых куперовских пар при больших значениях барионного химического потенциала.

Другим важным результатом диссертации, который несомненно следует отметить, является вывод о том, что при конечной температуре по мере увеличения химического потенциала система переходит в состояние деконфайнмента. Этот результат может быть важен для понимания “реальной” КХД с калибровочной группой $SU(3)$.

Диссертация написана ясным языком и хорошо структурирована, содержит лишь незначительное количество опечаток. Работа имеет подробное введение, что несомненно улучшает восприятие излагаемого материала. Применяемые в исследовании методы описаны с оптимальной степенью подробности.

К сожалению, работа не лишена недостатков. Так, результаты расчётов в Главе 4 приводятся в зависимости от химического потенциала, величина которого выражена в МэВах. При попытках сделать оценочные суждения о свойствах “реальной” КХД это может вводить в заблуждение, так как значение химического потенциала привязано к значению массы π -мезона, которое в настоящем исследовании не соответствует экспериментальному значению массы реального π -мезона. Рациональнее было бы выражать значение химического потенциала в массах π -мезона.

Также в работе следовало бы подробнее обсудить возможность применения результатов, полученных для двухцветной КХД, для исследования процессов, происходящих в рамках КХД с калибровочной группой $SU(3)$.

Тем не менее, несмотря на сделанные замечания, полученные в диссертации результаты представляют значительный интерес для современной физики высоких энергий и будут востребованы как в экспериментальном исследовании соударений тяжёлых ионов на современных ускорителях, так в дальнейших теоретических разработках в данной

области.

Результаты диссертации являются новыми и достоверными, они опубликованы в 2 печатных работах в ведущих реферируемых научных журналах, прошли апробацию на российских и международных конференциях и семинарах. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации.

Таким образом можно заключить, что диссертационная работа Николаева Александра Александровича "Исследование решеточной квантовой теории поля с калибровочной группой $SU(2)$ при ненулевой барионной плотности" удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, а её автор, Александр Александрович Николаев, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.


В ведущей организации результаты диссертации заслушаны и одобрены на семинаре Отдела экспериментальной физики высоких энергий НИИЯФ МГУ 6-ого февраля 2017 года.

Зам. директора НИИЯФ МГУ,
доктор физико-математических наук,
профессор




В.И.Саврин

Заведующий ОЭФВЭ НИИЯФ МГУ,
доктор физико-математических наук,
профессор


Э.Э.Боос

Отзыв составил
заведующий Лабораторией тяжёлых кварков и редких рас
ОЭФВЭ НИИЯФ МГУ,
доктор физико-математических наук



А.В.Бережной

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное общеобразовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» (Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына).

Адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2,

тел.: +7 495 939 10 68,

эл. адрес: Alexander.Berezhnoy@cern.ch