

Отзыв на диссертацию Лукашова Михаила Сергеевича
«Непертурбативная кварк-глюонная термодинамика
при конечной температуре», представленную на соискание
учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.3 - Теоретическая физика.

Диссертация посвящена актуальной теме физики элементарных частиц - свойствам кварк-глюонной материи в экстремальных условиях. На сегодняшний день главными источниками экспериментальной информации по данной тематике являются ускорительные комплексы - RHIC в США и LHC в ЦЕРН. В России в ближайшем будущем планируется начало проведения экспериментов на установке Мега-класса NICA в Дубне. Центральной задачей в программе исследований на этом ускорителе является получение кварк-глюонной плазмы и исследование фазовой диаграммы КХД при высоких плотностях и умеренных температурах. Результаты исследований уравнения состояния адронной материи и фазового перехода, полученные в диссертации, могут быть полезны при интерпретации данных будущих экспериментов.

Квантовая хромодинамика является подтвержденной экспериментально теорией сильных взаимодействий элементарных частиц. Особенно успешным методом ее изучения является метод теории возмущений, но область его применимости ограничена высокими энергиями. В области температур 100-200 МэВ непертурбативные эффекты играют определяющую роль, поэтому необходимы соответствующие теоретические подходы. Наиболее обоснованным и продуктивным является метод решеточной регуляризации, позволяющий численные расчеты многих физических величин с достаточно высокой точностью. Однако этот метод неприменим при высоких барионных плотностях. Поэтому важно развитие других теоретических подходов к исследованию непертурбативных свойств квантовой хромодинамики.

В диссертационной работе М.С. Лукашова используется и развивается один из таких методов - метод вакуумных полевых корреляторов, предложенный 35 лет назад проф. Ю.А. Симоновым.

Во второй и третьей главах диссертации изучается глюодинамика, которая является предельным случаем КХД. Представлены новые интересные результаты. Метод полевых корреляторов использован для исследования свойств глюодинамики в окрестности фазового перехода и в широком интервале температур выше фазового перехода. Выведено выражение для петли Полякова, которая является параметром порядка фазового перехода в глюодинамике. Через петлю Полякова выражены зависимости давления глюонного поля и конформной

аномалии от температуры выше фазового перехода. Показано, что дебаевская масса определяется цветомагнитным взаимодействием, которое не исчезает при температурах выше температуры фазового перехода (явление цветомагнитного конфайнмента). Получена зависимость пространственного натяжения струны от температуры. Показано, что полученные результаты хорошо согласуются с результатами решеточной КХД.

В четвертой главе представлены результаты исследования непертурбативных эффектов (петли Полякова и цветомагнитного конфайнмента) и их влияния на температурный переход в квантовой хромодинамике: были получены уравнения состояния для кварк-глюонной плазмы и установлена зависимость энтропии от температуры при нулевом химическом потенциале. Продемонстрировано хорошее согласие с результатами решеточной КХД, в частности, было показано, что вблизи температуры перехода энтропия изменяется непрерывно, что согласуется с общепринятым фактом, что переход от фазы конфайнмента к деконфайнменту является кроссовером.

В последней главе диссертации обсуждаются свойства адронной струны. Вычислена зависимость продольной компоненты цветоэлектрического поля E от расстояния от оси струны для различных расстояний R между статическими источниками. Выполнено интересное сравнение метода полевых корреляторов, используемого в диссертации, с моделью дуального сверхпроводника.

К недостатком диссертационной работы можно отнести следующие претензии к терминологии: используются два термина — ‘петля Полякова’ и ‘линия Полякова’ (часто в пределах одной страницы текста) для одной и той же наблюдаемой; вместо термина ‘трубка конфайнмента’ следовало бы использовать термин ‘адронная струна’, вместо ‘белые адроны’ — ‘бесцветные адроны’, вместо ‘масштаб Казимира’ — ‘казимировский скейлинг’; использование термина ‘теория $SU(3)$ ’ не позволяет определить идет ли речь о глюодинамике или о КХД; использования англоязычных терминов без перевода, например, на стр. 26: ‘One Gluon Exchange’, следовало бы избежать. Также отметим отсутствие обсуждения оценки погрешности полученных результатов и опечатку в ссылке [34].

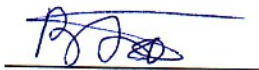
Эти замечания, не снижают общей высокой оценки диссертации. Ее содержание в полной мере изложено в соответствующих научных публикациях и корректно отражено в автореферате, а все результаты, представленные к защите, демонстрируют оригинальность, научную значимость и опираются на убедительную доказательную базу. Диссертация «Непертурбативная кварк-глюонная термодинамика при конечной температуре» М.С. Лукашова в полной мере соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. (№842), которые предъявляются к кандидатским диссертациям, а сам автор заслуживает присуждения ему

учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. -
Теоретическая физика.

Главный научный сотрудник
Отдела теоретической физики
НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ,
доктор физико-математических наук по специальности
Теоретическая физика, 01.04.02

Даю согласие на обработку персональных данных и публикацию отзыва.

Борняков Виталий Геннадьевич



Дата: «11» февраля 2025 г.

Адрес: 142281, Московская область, город Протвино, площадь Науки, дом 1

Тел.: +7 (4967) 713575

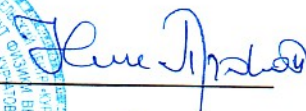
адрес эл. почты: vitaly.bornyakov@ihep.ru

Институт физики высоких энергий им. А.А. Логунова Национального исследовательского
центра «Курчатовский институт»

Подпись В.Г. Борнякова удостоверяю

Ученый секретарь НИЦ «Курчатовский институт»-ИФВЭ

Прокопенко Н.Н.



Дата: «11» февраля 2025 г.