

Отзыв официального оппонента
на диссертационную работу Котова Андрея Юрьевича
“Моделирование влияния внешних воздействий
на свойства КХД на решетке”,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук.

Тема диссертационной работы Котова Андрея Юрьевича является в настоящий момент крайне актуальной. Кардинальное изменение предсказаний современной теории сильных взаимодействий- квантовой хромодинамики (КХД)- при генерации дополнительных внешних условий, например при повышении температуры, плотности барионного заряда или создании дополнительных сильных магнитных полей, в настоящее время детально изучается как теоретиками, так и экспериментаторами. В ведущих ускорительных центрах мира, таких как Европейский центр ядерных исследований (CERN, Швейцария) и Брукхэйвенская национальная лаборатория (BNL, США) проводится целый ряд экспериментов по поиску новых явлений, связанных например с возникновением кварк-глюонной плазмы, в которой носители цветового заряда (как кварки, так и глюоны) становятся самостоятельными степенями свободы и не образуют бесцветных мезонов и барионов. В других научных центрах конкретизируется программа исследований изменения вида и характеристик кварк-глюонной материи при новых условиях. Эти экспериментальные исследования планируются к проведению в недалеком будущем на ускорителе NICA во втором по величине международном центре по физике высоких энергий- Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна) и на ускорителе FAIR (Дармштадт, Германия).

Диссертация А.Ю. Котова посвящена теоретическому изучению свойств КХД при появлении характерных для изучаемой в вышеупомянутых экспериментах области изменения дополнительных внешних параметров, таких как температура, дополнительные внешние магнитные поля и барионный химический потенциал. Проводимые автором диссертации изучения новых физических явлений и свойств калибровочных теорий сильных взаимодействий (КХД и глюодинамики) существенным образом опирается на использование одного из современных непertурбативных методов квантовой теории поля - метода компьютерных вычислений с применением решеточной регуляризации. В последние годы этот метод стал развиваться особенно быстро, что объясняется как появлением связанных с новыми экспериментами теоретических задач, так и развитием новых технологий, позволяющих создавать быстродействующие современные суперкомпьютеры.

Автор диссертации является молодым и активным участником хорошо известной в мире созданной в Институте экспериментальной и теоретической физики (ИТЭФ, Москва) международной коллаборации активно работающих в этой области специалистов. Диссертация суммирует проведенные в соавторстве с членами коллаборации исследования, в выполнении которых А.Ю. Котов принимал непосредственное и во многом решающее участие.

Первая глава посвящена обоснованию актуальности темы исследований, формулировке решаемых задач и краткому обзору используемых методов.

Во второй главе автор изучает предположение о превращении вакуума КХД в сверхпроводник в сверхсильных магнитных полях из-за конденсации заряженных ρ -мезонов. В диссертационной работе приведен анализ данного эффекта в рамках решеточных вычислений. Было подтверждено обсуждавшееся ранее в научной литературе существование конденсата ρ -мезонов, а также изучена его структура. Интересным результатом является обнаружение возникающей

при образовании упомянутого конденсата жидкости, состоящей из сверхпроводящих вихрей.

К сожалению, в данной главе не приведено четкое разъяснение, каким физическим состояниям соответствует понятие конденсата ρ -мезонов, в теории описываемое коррелятором соответствующих ρ -мезону векторных кварк-антикварковых операторов и как можно экспериментальным образом зарегистрировать эффект теоретически обнаруженного конденсата. Прояснение этих вопросов может быть полезными для более детального понимания полученного результата работающими в смежных областях теоретиками и экспериментаторами.

В третьей и четвертой главе диссертации изучается фазовая диаграмма КХД в областях с координатами температура-барионный химический потенциал и температура-киральная химический потенциал соответственно. На основе проведенных расчетов автор приходит к заключению, что барионный химический потенциал приводит к уменьшению температуры переходов конфайнмент - деконфайнмент, в то время как киральная химический потенциал увеличивает эту температуру. При этом разделения температур обоих переходов не наблюдается. Кроме того, свойства систем с ненулевой киральной плотностью рассматриваются аналитически и обнаружено явление катализа динамического нарушения киральной симметрии киральным химическим потенциалом. Аналитические предсказания соответствуют представленным решеточным расчетам, что можно отнести к сильной стороне диссертации.

Отмечу, что в различных местах диссертации автор рассматривает перенормированные голые величины (в обсуждаемом конкретном исследовании фазовой диаграммы ими являются петля Полякова и киральный конденсат), в то время как в реальном мире физические явления зависят от конечных перенормированных величин, которые при применении решеточных методов соответствуют переходу к континуальному пределу. В связи с этим крайне желательно про-

яснить возможность перехода на язык перенормированных величин и условия, при которых переход на этот язык в расчетах на используемых компьютерах можно было бы осуществить за конечное время вычислений.

В пятой главе диссертации изучается важная и интересная задача расчета вязкости кварк-глюонной плазмы. Автором была разработана и реализована методика определения этой характеристики в решеточных вычислениях. Представлены результаты расчетов вязкости в $SU(2)$ и $SU(3)$ глюодинамике в фазе деконфайнмента. Для $SU(3)$ теории также была измерена зависимость от температуры. Полученные результаты находятся в хорошем согласии с оценками, полученными в 2009 г из описания результатов экспериментальных данных на релятивистском коллайдере тяжелых ионов RHIC в Брукхейвене (США), и удовлетворяют теоретическим ограничениям снизу, полученными в очень известной теоретической работе Павла Ковтуна, Дам Тан Шона и Андрея Старинеца в 2005 г. на основе использования интенсивно изучаемого в настоящее время и основывающегося на конформной симметрии AdS/CFT-соответствия. Считаю, что данный результат диссертации Андрея Юрьевича Котова является ее украшением.

Упомянутые в отзыве недостатки не влияют на весьма положительное впечатление от всей работы.

Результаты диссертации отражены в 8 публикациях в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК, многократно докладывались на конференциях и семинарах, в том числе и в ИЯИ РАН. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. Полученные результаты могут быть в дальнейшем использованы в теоретических и экспериментальных работах, проводимых в весьма актуальной в настоящее время области исследований.

Диссертация “Моделирование влияния внешних воздействий на свойства КХД на решетке” соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Котов

Андрей Юрьевич, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

Отзыв составил:

ведущий научный сотрудник
Отдела теоретической физики
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки
Институт ядерных исследований
Российской Академии наук
117312, Москва, В-312, пр. 60-летия октября, 7а
e-mail: kataev@ms2.inr.ac.ru

Доктор физико-математических наук

20.04.2016 (дата)

Андрей Львович Катаев

Подпись А.Л. Катаева заверяю
Ученый секретарь ИЯИ РАН

А.Д. Селидовкин

