

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию Гоя Владимира Александровича
"Исследование $SU(2)$ -глюодинамики в рамках решеточного подхода"
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Квантовая хромодинамика (КХД) является теорией, описывающей сильное взаимодействие адронов на масштабах 10^{-13} см и меньше. В области высоких энергий предсказания КХД проверены с очень хорошей точностью в физике сильных взаимодействий. В области низких энергий, где происходит образование адронов из кварков и глюонов, теория возмущений, как правило, не работает и расчеты спектра масс адронов, констант адронных распадов и их рассеяния осуществляются методом эффективных лагранжианов, содержащих значительное число эмпирических параметров и феноменологических потенциалов. Столь же трудна для расчетов область энергий, в которой происходят фазовые переходы при столкновении тяжелых ионов. Поэтому для изучения систем в условиях, при которых константа связи велика, требуются методы исследования, не опирающиеся на теорию возмущения по основной константе сильного взаимодействия. Одним из эффективных методов в этой области энергий является метод компьютерных вычислений, использующий регуляризацию КХД на пространственно-временной решетке. Он позволяет рассчитать непертурбативные характеристики адронной материи, связанные с невылетанием цветных зарядов, нарушением киральной симметрии, образованием кварк-глюонной плазмы при больших температурах, и многие другие. Следует также отметить, что современные расчеты параметров адронов на решетке достигли точности экспериментальных значений (например, массы нуклонов) и в ближайшем будущем они будут основой для поиска явлений за пределами Стандартной модели электрослабых взаимодействий. Поэтому нет сомнений в актуальности исследования глюодинамики с двумя цветными степенями свободы, предпринятого в диссертации В.А.Гоя на основе решеточной регуляризации.

В диссертационной работе представлены результаты исследования свойств механизма конфайнмента, использующего топологические объекты: монополи и вихри. Исследования проводились в рамках решеточной глюодинамики с неабелевой калибровочной группой $SU(2)$ в основном без фиксации калибровки. В качестве наблюдаемых использованы поверхностные операторы на разных типах поверхностей в разных фазах адронной материи. Вихри исследованы на основе аксиального кирального вихревого эффекта, с помощью транспортного коэффициента аксиального магнитного эффекта.

Диссертация состоит из Введения, 4 глав, Заключения. Список литературы содержит 70 ссылок.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель и аргументирована научная новизна исследований, показана практическая значимость полученных результатов, представлены выносимые на защиту научные положения.

В первой главе дается введение в решеточную калибровочную теорию, вводится понятие решетки, записывается действие глюодинамики с калибровочной группой $SU(N)$. Мотивировано, что введение решетки позволяет произвести обрезание ультрафиолетовых расходимостей. В работе расчеты проводились после перехода к евклидову времени, с использованием таппол-улучшенного действия.

Во второй главе даются определения операторов, заданных на одномерном и двумерном многообразиях в рамках $SU(2)$ -глюодинамики. В качестве операторов, определенных на одномерном многообразии, взяты петля Вильсона и петля Полякова. Обе наблюдаемые являются параметрами порядка для решеточной глюодинамики. В частности, в фазе деконфайнмента среднее от петли Вильсона убывает значительно медленнее с ростом размеров петли и это позволяет отождествлять упомянутую фазу при росте температуры.

Третья глава диссертации посвящена исследованию поверхностных операторов в рамках $SU(2)$ -глюодинамики. Исследования были проведены при нулевой и конечной температуре на пространственных и временных замкнутых поверхностях. Поверхности представляли собой поверхности прямоугольных параллелепипедов. Построены соответствующие средние от поверхностных операторов, которые параметризованы

экспонентами с двумя показателями, пропорциональными поверхности и объему его ограниченному. Найдено значение первого коэффициента, физический смысл которого связан с поверхностной плотностью хромомангнитных диполей. Обнаружено, что поверхностный коэффициент получается нечувствительным к температуре. Получено, что поверхностный оператор зависит только от площади замкнутой поверхности и не зависит от объема в глюодинамике с калибровочной группой $SU(2)$.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию аксиального магнитного эффекта в рамках КХД. В диссертации аксиальный магнитный эффект изучается в формализме решеточной КХД с одним ароматом без учета кварковых петель с калибровочной группой $SU(2)$. В работе представлены результаты моделирования $SU(2)$ квантовой хромодинамики с ненулевым аксиальным магнитным полем. Показано, что критическая температура фазового перехода конфайнмент-деконфайнмент увеличивается с увеличением киральности среды. Найдено, что транспортный коэффициент проводимости, который определяет поток энергии в зависимости от аксиального магнитного поля, быстро растет в области фазового перехода, и выходит на постоянное значение при $T \sim 500$ МэВ. Предложена параметризация этого коэффициента для температур выше критических.


Результаты диссертации, представленные на защиту, математически обоснованы, проверены численно и физически мотивированы, тем самым нет сомнений в их достоверности.

В диссертации имеются некоторые недостатки. В частности, в разделе 4, где обсуждается КХД в присутствии аксиального магнитного поля, можно было бы дать больше физической мотивировки его генерации в столкновениях тяжелых ионов. Некоторое удивление вызывает обрыв списка соавторов в работах [16,31,33,34], вошедших в основу диссертации, что затрудняет формальную оценку вклада автора диссертации.

Однако перечисленные недостатки существенно не влияют на научное содержание диссертации и не меняют высокой оценки диссертации В.А.Гоя.

Соискатель продемонстрировал хорошее владение аппаратом теоретической физики и его применениями в актуальных областях современной науки. В целом диссертация представляет собой фундаментальное научное исследование, выполненное на высоком математическом уровне. Её результаты являются новыми и оригинальными, своевременно опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, докладывались на семинарах в ведущих научных центрах. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Таким образом, диссертация Владимира Александровича Гоя "Исследование $SU(2)$ -глюодинамики в рамках решеточного подхода" соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, и соответствует п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика .

Официальный оппонент –  А.А. Андрианов
доктор физ.-матем. наук,
профессор кафедры физики высоких энергий и элементарных частиц
физического факультета Санкт-Петербургского
государственного университета

Адрес: 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9
Эл.почта: a.andrianov@spbu.ru Р.Т. (812)4284553

25 августа 2015 года

заверено: 25.08.2015

и.о. наз.



А.А. Андрианов
И.И. Гурьян
Секция кадров №3