

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертацию Грабовского Андрея Владимировича «Развитие методов исследования эффектов больших глюонных плотностей в КХД», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Хотя квантовая хромодинамика (КХД) считается признанной теорией сильных взаимодействий, основные её успехи связаны с той областью, где взаимодействие становится слабым благодаря асимптотической свободе и можно пользоваться теорией возмущений, то есть с областью больших передач импульса.

Но использование теории возмущений не означает ограничение несколькими первыми её членами. В большинстве случаев теоретическое описание процессов КХД требует суммирования рядов теории возмущений. Такое суммирование выполняется с помощью уравнений эволюции для распределений партонов (кварков и глюонов) в адронах, зависящих от быстроты и поперечного (по отношению к импульсу адрона) импульса партона. Эволюция по поперечному импульсу определяется ренорм-группой и не приводит к качественно новым явлениям. Сложнее дело обстоит с эволюцией по быстройте, которая важна для теоретического описания так называемых полужестких процессов, т.е. процессов, сечения которых определяются партонами с малыми быстройтами. В настоящее время, в связи с ростом энергии частиц на современных коллайдерах, эти процессы активно исследуются как экспериментально, так и теоретически. Описывающее эволюцию по быстройте уравнение БФКЛ (Балицкого – Фадиной – Кураева – Липатова) приводит к росту плотности партонов (в первую очередь глюонов) с уменьшением их быстроты, а тем самым к степенному росту сечений с энергией, противоречащему ограничениям, следующим из унитарности и аналитичности теории. Это означает, что при каких-то быстройтах рост глюонной плотности должен прекратиться (наступить насыщение). Этот процесс может быть описан нелинейными обобщениями уравнения БФКЛ. Наиболее известными в настоящее время подходами к таким обобщениям являются высокоэнергетическое операторное разложение и конденсат цветного стекла.

Как следует из её названия, диссертация А. В. Грабовского посвящена как раз исследованию области больших глюонных плотностей, так что тема её безусловно актуальна. Наблюдаемые сечения процессов выражаются через «свертки» (интегралы от произведений) партонных распреде-

лений и коэффициентных функций – импакт факторов взаимодействующих частиц. В свою очередь, партонные распределения определяются ядрами уравнений эволюции.

Как правило, нахождение ядер уравнений эволюции, решение этих уравнений, вычисление коэффициентных функций – импакт факторов и сравнение результатов различных подходов является весьма сложной задачей и требует большой изобретательности и мастерства. В своей диссертации Андрей Владимирович проявил эти качества в полной мере.

В первой главе ему удалось получить, используя метод высокоэнергетического операторного разложения, качественно новый результат – нелинейное уравнение эволюции для барионной вильсоновской петли в замкнутом виде, которое предшественники безуспешно пытались вывести ранее. В этой главе также получены следующие за главными поправки к ядрам уравнений эволюции для квадрупольного оператора, операторов двойного диполя и барионной вильсоновской петли.

Во второй главе в произвольной кинематике вычислены импакт факторы дифракционного фоторождения двух струй в следующем за главным приближении, трех струй в главном приближении, легкого продольно поляризованного векторного мезона в следующем за главным приближении, что чрезвычайно важно для приложений.

В третьей главе найден алгоритм построения полной формы калибровочно инвариантных операторов по их мебиусовской форме. Этот алгоритм позволяет сравнивать величины, вычисленные в рамках подходов БФКЛ и высокоэнергетического операторного разложения.

В целом, диссертация представляет собой фундаментальный труд, в котором разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение. Представленные в диссертации результаты опубликованы в ведущих международных журналах. Они также прошли апробацию на семинарах и международных конференциях.

Вклад соискателя в работы по теме диссертации является определяющим.

Андрей Владимирович Грабовский является высококвалифицированным активно работающим физиком-теоретиком, способным самостоятельно ставить задачи и находить методы их решения.

Считаю, что представленная диссертация безусловно удовлетворяет всем

требованиям ВАК, а А. В. Грабовский несомненно заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02- теоретическая физика.

Научный консультант  
д.ф.-м.н., член-корр РАН



В.С. Фадин

Учёный секретарь ИЯФ СО РАН  
к. ф.-м.н.



А.С. Аракчеев

16.03.2020