

"УТВЕРЖДАЮ"

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

им. Л.Д. ЛАНДАУ

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

142432, Московская обл., Черноголовка,

пр. академика Семенова, д. 1А

тел.: 702-93-17, (496)-217-19-58



В.р.и.о директора ИТФ им. Л.Д. Ландау

д.ф.м.н.

И.В. Колоколов

20.05.019

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

КАРПИШКОВА Антона Витальевича

«Парные корреляции в жёстких процессах при высоких энергиях

в подходе реджезации партонов»

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 - Теоретическая физика

Успехи пертурбативной Квантовой Хромодинамики (КХД) в количественном описании процессов с большими переданными и поперечными импульсами при высоких энергиях более чем впечатляющие. За более чем 40 лет, прошедших с классических работ Грибова, Липатова, Докшицера, Алтарелли и Паризи, усилиями буквально сотен авторов формализм, основанный на уравнении эволюции ДГЛАП для плотностей коллинеарных партонов был доведен до высокой степени совершенства. Однако, несмотря на то, что основные величины, параметризующие расчеты наблюдаемых в рамках формализма ДГЛАП вычисляются в высоких порядках теории возмущений КХД, он принципиально неполный, когда речь идет о зависимости от более чем одного масштаба и когда в задаче важна зависимость наблюдаемых от поперечных импульсов. Особенно это касается высокоэнергетического предела малых значений бъёркеновского и фейнмановского параметров, когда большой логарифм энергии становится важнее логарифма виртуальности --- главного масштаба в ДГЛАП эволюции.

В высокоэнергетическом пределе КХД заведомо предпочтительнее формализм Балицкого, Кураева, Липатова и Фадина (БФКЛ). Здесь поперечный импульс партонов изначально есть динамическая переменная. Более того, как показали Липатов с соавторами, в отличие от формализма ДГЛАП, в котором коллинеарность партонов есть приближение, вынужденное для сохранения калибровочной инвариантности расчетов, фундаментальное в формализме БФКЛ свойство реджезации партонов делает одновременно реджезованные партоны калибровочно-инвариантными степенями свободы. Даже при энергиях Большого Адронного Коллайдера за формализмом ДГЛАП сохраняется заметное поле приложений. Развитие феноменологии, основанной на реджезованных партонах, долго сдерживалось трудностями вывода уравнений БФКЛ в высоких порядках теории возмущений. Поэтому техника реджезованных партонов находится в процессе развития и нужды теоретической интерпретации новых данных с БАК при предельно высоких энергиях делают работы в этом направлении особо актуальными. И тут следует подчеркнуть лидирующую роль самарской школы физики высоких энергий в этом процессе. Диссертационная работа Карпишкова Антона

Витальевича «Парные корреляции в жёстких процессах при высоких энергиях в подходе реджезации партонов» достойно продолжает традиции этой школы.

После этой характеристики актуальности и места развивающейся тематики в современной теоретической физике высоких энергий, перейдем к более подробному разбору диссертационной работы А.В. Карпишкова.

Диссертация А.В. Карпишкова основана на 15 работах автора. Из них, следуя текущей традиции, особо подчеркнем три публикации в журнале 1-го квартала Physical Review D, в Ядерной Физике и ЭЧАЯ, в International Journal of Modern Physics. Уже это выдающийся результат для диссертаций на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Кроме этого, результаты диссертанта были доложены на большом числе международных конференций по профилю диссертации и опубликованы в их трудах.

Основной предмет диссертации --- описание одиночного и парного рождения D- и В-мезонов, содержащих тяжелые кварки, и рождения изолированных фотонов, коррелированных с адронными струями. Помимо развития методических аспектов расчетов процессов в мультиреджевской кинематике, все расчеты доведены до сравнения с полученными на Теватроне и Большом Адронном Коллайдере экспериментальными данными. Забегая вперед, отметим хорошее во всех случаях согласие полученных результатов с экспериментальными данными.

Личный вклад диссертанта в включенные в диссертацию совместные публикации и апробация полученных результатов адекватно описаны во Введении.

Первая глава посвящена сопоставлению формализмов ДГЛАП и БФКЛ и введению в формализм реджезованных партонов и в описание жестких процессов в мультиреджевской кинематике.

Изложение собственно оригинальных результатов диссертанта начинается со второй главы диссертации, посвященной одиночному и парному рождению тяжелых мезонов. Показано, что главный вклад дают парное рождение тяжелых кварк-антикварковых пар и фрагментация глюонов. Показано, как роль двух механизмов меняется в разных кинематических областях. Здесь вынужденным компромиссом является обращение к коллинеарным функциям фрагментации, с учетом этого в расчетах нет подгоночных параметров. В целом имеет место хорошее описание экспериментальных данных как коллаборации CDF (Теватрон), так и коллабораций CMS и LHCb (Большой Адронный Коллайдер). Здесь особо отметим важную демонстрацию доминантности мультиреджевского рождения пар тяжелых кварка и антикварка в центральной области быстрот. В случае парного рождения D мезонов доминирующей оказывается фрагментации глюонных пар порождаемых в столкновениях реджезованных глюонов. Согласие с экспериментов достигается не привлекая дополнительный вклад двойных партонных взаимодействий. Наконец, дано полное описание корреляции струй с В и анти-В мезонами с детальным изучением роли «тормозных» глюонов в конечном состоянии. Последние неважны при больших углах декорреляции струй, но вносят заметный вклад при малых углах декорреляции. Опять отметим хорошее согласие с экспериментальными данными коллаборации CMS. Принципиально то, что имеется большой задел предсказаний для будущих экспериментов.

Предмет третьей главы --- совместное рождение Υ -мезонов и D-мезонов. Если последние описываются обсужденной ранее во второй главе фрагментацией глюонов, то амплитуды рождения Υ -мезонов оцениваются в рамках т.н. нерелятивистской КХД. Кроме основного $1S$ состояния, включено рождение также возбужденных состояний боттомония с последующим распадом в основное состояние. Заметным достижением является развитый здесь подход к вычислению спиральных амплитуд. Установлена доминантность канала Υ -мезон + глюон в противоположность обсуждавшимся другими авторами столкновениями двух пар партонов. Численные расчеты проведены для области фрагментации протонов, согласие с экспериментальными данными во всех одно- и двухчастичных наблюдаемых хорошее.

Рождение изолированных фотонов с большими поперечными импульсами в сопровождении одной или двумя адронными струями изучено в главе 4 диссертации. Основной экспериментальный материал по этим процессам был получен в Фермилаб коллаборацией D0 на Тэватроне. лаборатории Ферми. Наряду с рождением фотона в «комптоновском» взаимодействии реджезованных夸克ов и глюонов, учтены все партонные подпроцессы с рождением кварк-глюонных и кварк-анти夸克овых состояний с последующей фрагментацией кварков. Показано, что фрагментационные подпроцессы существенны только при небольших поперечных импульсах фотона.

В главе 4 особо интересен анализ событий, когда фотон с большим поперечным импульсом сопровождается двумя адронными струями. Традиционно такие процессы было принято приписывать столкновениями двух пар партонов. В диссертации подробно изучен вклад столкновения одной пары партонов с двумя жесткими партонами и жестким фотоном в конечном состоянии. Представляется особо значимым замечание о роли вкладов больших поперечных импульсов в фрагментации начального партона в процессе эволюции --- такая фрагментация выходит далеко за рамки коллинеарного приближения ДГЛАП, но вполне естественна в подходе, основанном на формализме БФКЛ. Было бы интересным и важным продолжение подобного анализа на многоструйные процессы и на Большом Адронном Коллайдере. Основное заключение главы 4, что взаимодействие двух пар партонов далеко не главный механизм образования многоструйных конечных состояний, представляется убедительным.

Подведем итоги:

Актуальность темы диссертационной работы Антона Витальевича Карпишкова «Парные корреляции в жёстких процессах при высоких энергиях в подходе реджезации партонов» была подчеркнута уже в вводном разделе к этому отзыву. Диссертация достойно продолжает все традиции самарской школы реджевского похода к КХД процессам при высоких энергиях, одной из ведущих в мире в этой области теоретической физики. Все работы диссертанта доведены до уровня детального сравнения с экспериментальными данными, полученными как на коллайдере Тэватрон лаборатории Ферми, так и на Большом Адронном Коллайдере Европейского центра ядерных исследований. Достоверность полученных результатов, которые являются полностью оригинальными, подтверждается как публикациями в ведущем международном рецензируемом журнале 1-го квартриля (Physical Review D), так и согласием с данными экспериментов. Кроме того, работы диссертанта прошли апробацию на профильных международных конференциях как в России, так и за рубежом. А.В. Карпишков имеет личный опыт и международного

сотрудничества. Во всех главах диссертации наряду с описанием уже полученных экспериментальных данных содержатся новые предсказания для будущих экспериментов, в частности, предложены новые оригинальные идеи по физике многоструйных процессов. По фактическому изложению полученных А.В. Карпишковым оригинальных результатов в собственно диссертации замечаний нет кроме того, что при чтении приходится привыкать к сокращениям, не самым привычным даже для знакомых с этой областью физики.

Все основные результаты, составившие диссертацию А.В. Карпишкова, опубликованы в ведущих рецензируемых журналах. Автореферат диссертации адекватно отображает её содержание, но стоило бы кроме списка публикаций автора привести в автореферате ссылки и на обсуждаемые экспериментальные публикации, и на теоретические работы других авторов, которые были использованы автором в его работе.

Заключение:

По научному уровню полученных оригинальных результатов и публикаций в ведущих научных журналах диссертационную работу Антона Витальевича Карпишкова «Парные корреляции в жёстких процессах при высоких энергиях в подходе реджезации партонов» безусловно можно квалифицировать как важное научное достижение. Работа полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Антон Витальевич Карпишков заслуживает присвоения ученого звания кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Отзыв одобрен на заседании Ученого совета Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау 17 мая 2014 года.

Отзыв составил главный научный сотрудник ИТФ им. Ландау, доктор физ.-мат. наук

Н.Н. Николаев

Подпись Н.Н. Николаева удостоверяю

Ученый секретарь ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН, к. физ.н.

С.А. Крашаков

