

## ОТЗЫВ

научного руководителя Салеева Владимира Анатольевича на диссертацию Нефедова Максима Александровича «Жесткие процессы в подходе реджезации партонов», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Диссертационная работа Нефедова М.А. выполнена на кафедре общей и теоретической физики ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет), где он обучается с 2012 года в очной аспирантуре по специальности 01.04.02 — теоретическая физика, а также во время двух 6-месячных стажировок во II Институте теоретической физики Гамбургского университета (Германия) по Российско-Германской программе научных обменов «Михаил Ломоносов».

Актуальность темы исследований Нефедова М.А. связана с необходимостью дальнейшего развития методов расчетов в пертурбативной квантовой хромодинамике (КХД) при высоких энергиях, в так называемом реджевском пределе, когда полная энергия столкновения адронов много больше характерного масштаба жесткого взаимодействия партонов. При рассмотрении такого рода процессов в стандартной коллинеарной партонной модели возникают существенные трудности, связанные с последовательным учетом большого вклада поправок высших порядков при расчетах по теории возмущений КХД. Одним из обобщений коллинеарной партонной модели является подход кТ-факторизации или «факторизации при высоких энергиях», в котором факторизируются зависящие от поперечного импульса и виртуальности партонные функции распределения адронов, и жесткие партонные сечения, которые вычисляются для начальных глюонов или кварков с импульсами вне массовой поверхности. Интерпретация начальных партонов с импульсами вне

массовой поверхности, как реджезованных партонов в формализме Балицкого-Фадины-Кураева-Липатова, позволяет решить проблему с калибровочной инвариантностью партонных сечений для виртуальных партонов и проводить расчеты за пределами лидирующего приближения теории возмущений в подходе кТ-факторизации. Развиваемый в диссертации, подход реджезованных партонов (ПРП) сочетает кТ-факторизацию при высоких энергиях и эффективную теорию поля Л.Н. Липатова для реджезованных партонов, которая является обобщением КХД в пределе высоких энергий.

В первой главе диссертации дается обзор современных теоретических методов расчетов сечений жестких процессов в КХД, рассматривается явление реджезации глюонов и кварков в КХД, эффективное действие для процессов в мультiredжевской кинематике, правила Фейнмана эффективной теории поля реджезованных глюонов и кварков, формулируются основные положения подхода реджезованных партонов.

Во второй главе диссертации в подходе реджезованных партонов рассматривается ряд жестких процессов при высоких энергиях на коллайдерах Tevatron, HERA и LHC: процесс парного рождения струй в адронных столкновениях, совместное фоторождение на протоне фотона и струи, процесс адронного рождения Дрелл-Яновских лептонных пар и процесс адронного рождения дифотонов. Для решения поставленных задач был разработан скрипт-файл программы FeynArts в пакете Mathematica, который автоматически генерирует амплитуды процессов 2-2 и 2-3 по правилам Фейнмана эффективной теории поля Л.Н. Липатова с начальными реджезованными глюонами или кварками и вычисляет их квадраты модулей. Впервые были вычислены амплитуды диаграмм типа «ящик» с одним и двумя реджезованными глюонами в начальном состоянии для описания процессов парного рождения струи и фотона или дифотонов. В работе по рождению дифотонов впервые в ТРП был учтен вклад реальных радиационных поправок следующего порядка малости по

константе сильного взаимодействия и разработана схема вычитания двойного счета, связанного с разделением по быстротам в жестком подпроцессе и в партонном каскаде.

Наиболее значимые результаты, полученные в этих работах: описание азимутальных декорреляций в парном рождении струй на LHC уже в лидирующем приближении ПРП, описание спектров массивных лептонных пар в ПРП при учете только аннигиляции реджезованных кварков в виртуальный фотон, описание различных корреляционных спектров в совместном фоторождении фотона и струи и парном рождении фотонов. Было показано, что кинематической области, отвечающей мультиреджевской кинематике, вклад радиационных поправок, связанных с испусканием реального глюона или кварка, практически полностью компенсируется. В силу отсутствия инфракрасных расходимостей в некоторых процессах с реджезованными партонами, вычисление реальных и виртуальных поправок к лидирующему приближению в ПРП может быть выполнено независимо, что открывает новые возможности для расчетов в высших порядках теории возмущений в ПРП.

В третьей главе диссертации был проведен расчет спектров тяжелых кваркониев в лидирующем приближении ПРП и в модели нерелятивистской КХД. Специально исследовались поляризационные эффекты и роль фрагментационного механизма рождения тяжелых кваркониев при больших поперечных импульсах. Показано, что спектры чармониев и боттомониев хорошо описываются в ПРП, получено удовлетворительное описание поляризационных эффектов в рождении боттомониев, в тоже время, для чармониев поляризационные эффекты не описываются в ПРП. Однако, это скорее связано с грубостью нерелятивистского приближения при описании непertурбативной адронизации очарованных кварков в чармониях, чем с динамикой жесткого взаимодействия кварков и глюонов.

Несомненно, что большинство результатов диссертации представляют

научный интерес и имеют практическую ценность. В целом работа выполнена квалифицированно, на высоком теоретическом и математическом уровне. Содержание диссертации в достаточной степени отражено в публикациях автора, неоднократно докладывалось на российских и международных научных конференциях и известно научной общественности, а ее основные положения представлены в автореферате.

Считаю, что работа выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, практической значимостью, является самостоятельной и законченной научно-исследовательской работой и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Нефедов Максим Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Научный руководитель:  
профессор кафедры  
общей и теоретической физики  
Самарского университета,  
доктор физ.-мат. наук, профессор

В. А. Салеев

Подпись Салеева В. А. удостоверяю.

Ученый секретарь Самарского университета

« 8 » июни 2016 г.



В.С. Кузьмичев