

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Трунина Антона Маратовича «Релятивистские эффекты в процессах парного рождения тяжелых адронов при высоких энергиях», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Диссертационная работа А.М. Трунина «Релятивистские эффекты в процессах парного рождения тяжелых адронов при высоких энергиях» посвящена актуальной проблеме релятивистского описания процессов рождения связанных состояний тяжелых кварков при высоких энергиях в квантовой хромодинамике. В последние 10 лет после экспериментов коллабораций Belle и BaBar в области исследований процессов рождения тяжелых кваркониев возникло более узкое направление исследований, связанное с процессами парного рождения тяжелых мезонов. Важность таких реакций для развития теоретических методов их исследования была установлена в ряде работ, выполненных как в рамках нерелятивистской квантовой хромодинамики, так и кварковых моделей. В экспериментах Belle и BaBar были измерены сечения парного рождения S- и P-волновых чармониев в электрон-позитронной аннигиляции, которые существенно отличались от предсказаний нерелятивистской квантовой хромодинамики. Последовавший теоретический анализ эксклюзивного парного рождения чармония выявил важность использования релятивистских подходов для их описания и учета радиационных поправок. Другой процесс парного рождения чармония изучался в 2010-2011 гг. на Большом Адронном Коллайдере (БАК) в протон-протонном взаимодействии. На детекторе LHCb было измерено сечение парного рождения J/ψ мезонов при энергии 7 ТэВ, которое определяется в лидирующем порядке подпроцессом глюон-глюонного слияния. При теоретическом описании данной реакции наряду с учетом относительного движения кварков и радиационными поправками исследовались и другие механизмы рождения, включая двойное партонное рассеяние. Цель диссертационной работы А.М. Трунина состояла в развитии релятивистского подхода для описания процессов парного рождения адронов и проведении расчетов релятивистских эффектов в амплитудах и сечениях рождения в рамках релятивистской кварковой модели. При этом важное значение приобретают расчеты не только релятивистских поправок к амплитуде рождения свободных кварков, но и также последовательный учет релятивистских поправок к волновой функции связанного состояния кварков. Такие сложные релятивистские эффекты, возникающие при взаимодействии кварков и при образовании конечных адронов, были изучены в работе А.М. Трунина для реакций электрон-позитронной аннигиляции и протон-протонного взаимодействия. Актуальность диссертационного исследования определяется ориентацией на конкретные задачи описания наблюдаемых

сечений парного рождения адронов, решение которых необходимо для проверки квантовой хромодинамики, релятивистской теории связанных состояний кварков и различных механизмов рождения дважды тяжелых кваркониев.

В диссертации А.М. Трунина была поставлена задача релятивистского описания парного рождения P -волнового чармония. При этом возникла необходимость построения самих релятивистских амплитуд рождения мезонов и расчета релятивистских эффектов и эффектов связанности частиц в лидирующем порядке теории возмущений в квантовой хромодинамике. Для решения этих задач А.М. Труниным были построены соответствующие амплитуды взаимодействия частиц, выполнено их разложение по относительным импульсам кварков с точностью до членов второго порядка малости. Был построен потенциал взаимодействия кварков, включающий пертурбативную часть (потенциал Брейта) и непертурбативные поправки, а также эффективная потенциальная модель, с помощью которой вычислены релятивистские волновые функции связанных состояний кварков. В результате были получены численные значения сечений парного рождения P -волновых чармониев с учетом релятивистских поправок и эффектов связанности частиц, которые улучшают точность проведенных ранее расчетов другими авторами в рамках нерелятивистской квантовой хромодинамики.

В диссертации исследованы процессы парного рождения S -волнового чармония в протон-протонном взаимодействии. При этом использовалась гипотеза факторизации, а при вычислении сечения партонного подпроцесса глюонного слияния применен релятивистский подход, который позволил систематически учесть все источники релятивистских поправок и эффектов связанности частиц. Исследована роль каждого источника поправок и показано, что релятивистские эффекты в целом приводят к уменьшению сечения парного рождения чармония при энергиях БАК в заданном интервале быстрот. А.М. Труниным была установлена общая структура релятивистских амплитуд для партонного подпроцесса, изучена их цветовая структура, впервые получены численные значения релятивистских сечений рождения $J/\psi/\psi$ и $\eta_c\eta_c$. Результаты расчета используются при сравнении с экспериментальными данными БАК.

Значительная часть диссертационной работы А.М. Трунина посвящена исследованию процессов парного рождения дикварков, состоящих из тяжелых кварков b и c , как в электрон-позитронной аннигиляции, так и в протон-протонном взаимодействии. Важность этих исследований тесно связана с задачами эксперимента, нацеленного на изучение процессов парного рождения дважды тяжелых барионов. Парное рождение дикварков может рассматриваться в таком случае как первая стадия процесса. Представлена оценка на возможный выход пар дважды-тяжелых барионов с двумя c -кварками при светимостях современных коллайдеров. Если в случае реакции электрон-позитронной аннигиляции уже имелись теоретические

оценки сечений рождения скалярных и векторных дикварков в нерелятивистском приближении, и А.М. Труниным было получено релятивистское обобщение амплитуд и сечений рождения, то в реакции протон-протонного взаимодействия и нерелятивистские результаты, и релятивистские поправки были получены впервые. Результаты расчета релятивистских сечений рождения пары дикварков могут быть использованы для оценки возможного выхода пар дважды тяжелых барионов и носят в данный момент характер предсказаний для будущих экспериментов.

Результаты, выносимые А.М. Труниным на защиту, были представлены на следующих международных и российских научных конференциях: Научная сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН "Физика фундаментальных взаимодействий" (Москва, 2010, 2012; Протвино, 2013), Международная научная школа-конференция "Физика тяжелых кварков" (Дубна 2013), Международная научная конференция "Квантовая теория поля и физика высоких энергий" (QFTHEP 2010), Международная конференция по математической физике и ее приложениям (Самара, 2012). Исследования, проведенные в диссертации А.М. Труниным, поддерживались грантом Министерства образования и науки РФ (2.870.2011), стипендией фонда Династия, грантом для молодых ученых Самарской области.

Свою научную работу А.М. Трунин начал еще в студенческие годы в Самарском государственном аэрокосмическом университете имени С.П. Королева, который он закончил с отличием. Первые научные результаты, полученные им при написании работ бакалавра и магистра, явились основой для будущей диссертации, над которой А.М. Трунин продолжил работать в аспирантуре.

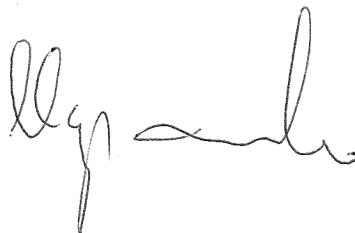
За время написания диссертации А.М. Трунин проявил себя как специалист высокой квалификации в области теоретической физики, способный самостоятельно решать поставленные задачи по актуальным проблемам физики частиц и ядерной физики. Он в полной мере владеет математическим аппаратом и численными методами, используемыми в современных теоретических исследованиях.

При выполнении диссертационной работы А.М. Трунин проявил трудолюбие, упорство в достижении цели, умение организовать свою работу. А.М. Трунин в полной мере владеет средствами современной коммуникации, благодаря чему он активно сотрудничает со многими российскими и зарубежными учеными.

Диссертационная работа Трунина Антона Маратовича выполнена на высоком научном уровне. Задачи, поставленные и решенные в ней, являются актуальными. Результаты, полученные в диссертации, представляют научный интерес, опубликованы в ведущих российских и зарубежных научных журналах, имеют важное значение для проверки квантовой хромодинамики и теории связанных состояний частиц, цитируются

зарубежными учеными. Все это дает основание считать, что Трунин Антон Маратович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Научный руководитель
диссертационной работы
доктор физ.-мат. наук, доцент



А.П. Мартыненко

Подпись А.П. Мартыненко удостоверяю

Ученый секретарь Ученого совета
Самарского государственного
университета



Е.А. Стенькина
12.05.2014