

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертацию Рютина Романа Анатольевича  
«Дифракционные процессы эксклюзивного центрального рождения, диссоциации и  
перезарядки в Редже-эйкональном подходе»,  
представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических  
наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Диссертация Рютина Р.А. посвящена актуальным проблемам в изучении дифракционных процессов при высоких энергиях. Сами эти процессы относятся к области сильных взаимодействий, которые с точки зрения современной теории – квантовой хромодинамики – являются одной из её наиболее трудных задач, будучи связанными с большими пространственно-временными масштабами, не допускающими стандартной пертурбативной трактовки.

Это положение актуализируется большим и возрастающим опытным материалом, благодаря экспериментам на Большом адронном коллайдере (CMS, TOTEM, ATLAS, LHCb, ALICE), в которых были получены сечения самых различных дифракционных процессов: упругое рассеяние, одиночная и двойная диссоциации (ОД и ДД), эксклюзивное дифракционное центральное рождение (ЭДЦР), эксклюзивное рождение векторных мезонов (ЭРВМ). В эксперименте LHCf недавно были получены сечения перезарядки с лидирующими нейтронами. В настоящий момент проводится анализ новейших уникальных данных из совместного эксперимента CT-PPS по изучению ЭДЦР.

Основываясь на данных прошлых экспериментов (HERA, CDF, STAR), автор диссертации сделал ряд предсказаний для процессов ЭДЦР и ЭРВМ на Большом адронном коллайдере (БАК). Им также подробно рассмотрен ряд методологических вопросов, связанных со спиновыми эффектами в процессах ЭДЦР, ОД, ДД.

Даны предсказания для азимутальных распределений процессов ЭДЦР при рождении резонансов с малыми и большими массами, что важно для физической интерпретации данных с точки зрения различных механизмов центрального рождения.

Основываясь на фундаментальных теоретических положениях, выведены формулы для сечений процессов ОД и ДД при условии сохранения «реджевских токов».

В диссертационной работе Рютина Р.А. впервые получены сечения процессов, которые невозможно получить прямыми методами. Исходя из результатов по процессам дифракционной диссоциации им проанализированы разные возможности поведения реджеон-адронных (в частности, померон-протонных) сечений и извлечения их из экспериментальных данных по ОД и ДД.

Это касается также сечений пион-протонного рассеяния при энергиях в несколько ТэВ. В ходе этих исследований Рютину Р.А. удалось осуществить дальнейшую разработку и существенное усовершенствование метода Чью-Лоу непрямого извлечения адронных сечений из процессов перезарядки. Помимо чисто теоретического исследования им проведена детальная разработка проблем, тесно связанных с конкретным экспериментом, который планируется осуществить на БАК. Результатом этого эксперимента будут значения пион-протонных и пион-пионных адронных сечений в неисследованных областях по энергии. Метод успешно протестирован на данных эксперимента LHCf. В результате получены полные сечения пион-протонного рассеяния при энергиях около 2 ТэВ.

В теоретическом плане следует отметить принципиальную направленность на получение реальных физических наблюдаемых, таких как адронные сечения, размеры и форма области взаимодействия и самих адронов, спиновая структура взаимодействующих частиц. Четко прописана их взаимосвязь и физическая значимость для дальнейшего развития исследований дифракции. Этот момент часто упускается в больших экспериментах, где программное обеспечение используется для анализа без раскрытия физической сути и значения реальных физических данных. В конце диссертационной работы рассмотрены такого рода программы для численного моделирования процессов ЭДЦР и перезарядки.

В свете проблем, стоящих перед дифракционной физикой, результаты, полученные в данной диссертационной работе, действительно практичны и востребованы в научном сообществе. Детальная разработка схемы расчета процессов ЭРВМ и ЭДЦР проведена с общей точки зрения, не привязываясь к определенной модели. Дальнейшее использование Редже-эйконального подхода при этом несколько не сужает общей значимости результатов, которые связываются с фундаментальными проблемами и относятся не к деталям какой-либо конкретной модели, а к свойствам исследуемых процессов и составляющих их структур. Таким образом существенно приближается цель данных исследований - максимально отделить модельные предположения от получаемых экспериментальных

результатов, что является в физике высоких энергий одной из самых сложных задач. В большинстве случаев исследования в рамках какого-то одного подхода, что лишило возможности проследить модельную зависимость соответствующих предсказаний.

В техническом плане необходимо отметить разработанную диссертантом полную методику расчета реджеонных амплитуд (с существенным прояснением самого понятия и формального определения таких амплитуд) для различных спиновых состояний, которая используется для извлечения померон-протонных сечений. Строго доказаны следствия предположения о сохраняющихся токах и их влияние на извлеченные сечения. Такие исследования до этого не проводились, и могут быть использованы для дальнейших предсказаний. Основным плюсом данного подхода является «прозрачность» математической модели и её следствий для наблюдаемых фундаментальных величин.

В работе описаны программы численного моделирования исследованных процессов. Написание таких программ — достаточно сложный и длительный процесс. Тем не менее, это удалось сделать и провести сам процесс моделирования, включающий детекторы БАК.

Рютин Р.А. в течении последних 14 лет совместно работал с коллегами из Курчатовского Института, НИИЯФ и физического факультета МГУ (Москва), ОИЯИ (Дубна), CNRS (Анси, Франция), CERN (Женева, Швейцария), Fermilab (Батавия, США), JLAB (Ньюпорт-Ньюс, США), INFN (Турин, Италия). Также он принимал участие в нескольких совместных международных проектах по разработке дифракционных экспериментов на БАК. Автор также является активным членом коллаборации CMS и эксперимента CT-PPS, делает доклады на совместных заседаниях групп «LHC Forward Physics», является по сути главным разработчиком трёх программных продуктов для численного моделирования дифракционных процессов в коллаборации CMS-TOTEM.

Таким образом, является несомненным, что диссертационная работа Рютина Р.А. - это оригинальное и законченное научное исследование. Основные результаты диссертации опубликованы в престижных отечественных и зарубежных научных изданиях с большой цитируемостью, неоднократно докладывались на научных семинарах и конференциях.

В качестве замечания можно отметить некоторую неровность стиля изложения и повторение определенных моментов в разных частях диссертации. Автореферат диссертации адекватно и полно отражает ее содержание. Тема диссертации соответствует научной специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Считаю, что диссертационная работа Рютина Р.А. «Дифракционные процессы эксклюзивного центрального рождения, диссоциации и перезарядки в Редже-эйконоальном подходе» отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика, а её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Научный консультант — доктор физико-математических наук, профессор  
(специальность - 01.04.02-теоретическая физика)  
Руководитель отдела теоретической физики  
НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ



Петров Владимир Алексеевич

Адрес: 142281, Московская область,  
город Протвино, площадь Науки, дом 1  
Телефон: (916) 951-18-05. Адрес электронной почты: Vladimir.Petrov@ihep.ru  
2 ноября 2018 г.

Подпись Петрова В.А. заверяю,  
ученый секретарь НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ



Прокопенко Н.Н.

