

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 201.004.01, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ИМЕНИ А.А. ЛОГУНОВА
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ
ИНСТИТУТ» НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 марта 2019 г. № 2019-1

О присуждении Рютину Роману Анатольевичу, гражданину Российской Федерации
ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Дифракционные процессы эксклюзивного центрального рождения, диссоциации и перезарядки в Редже-эйконоальном подходе» по специальности 01.04.02 — теоретическая физика принята к защите 22.11.2018 (протокол заседания № 2018-3) диссертационным советом Д 201.004.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», 142281, пл. Науки, д.1, г. Протвино Московской области, приказ Минобрнауки РФ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Рютин Роман Анатольевич, 1974 года рождения диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Масштабные эффекты в глубоконеупругих и дифракционных процессах при высоких энергиях» защитил в 2005 году в диссертационном совете Д 201.004.01, созданном на базе ГНЦ РФ «Институт физики высоких энергий», работает старшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Диссертация выполнена в Отделе теоретической физики Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Официальные оппоненты:

Селюгин Олег Викторович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна;

Дремин Игорь Михайлович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, г. Москва;

Окороков Виталий Алексеевич, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, профессор Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", г. Москва,

дали положительные (отрицательные) отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Московский государственный университет им. Ломоносова, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном председателем НТС НИИЯФ

МГУ, доктором физико-математических наук, профессором В.И. Савриным, указала, что диссертация Р.А. Рютина отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Соискатель имеет 40 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 24 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 14 работ.

Наиболее значимые работы соискателя по теме диссертации:

1. R.A. Ryutin, Visualizations of exclusive central diffraction, *Eur. Phys. J. C* 74 (2014) 3162.
2. V.A. Petrov, R.A. Ryutin, Patterns of the exclusive double diffraction, *J. Phys. G* 35 (2008) 065004.
3. V. Petrov, R. Ryutin and A. Sobol, LHC as π p and π π Collider, *Eur. Phys. J. C* 65 (2010) 637.
4. A. Sobol, R. Ryutin, V. Petrov, M. Murray, Elastic π + p and π + π + scattering at LHC, *Eur. Phys. J. C* 69 (2010) 641.
5. V.A. Petrov, R.A. Ryutin, A.E. Sobol, M.J. Murray, Can We Get Deeper Inside the Pion at the LHC?, *Eur. Phys. J. C* 72 (2012) 1886.
6. R.A. Ryutin, Total pion-proton cross section from the new LHCf data on leading neutrons spectra, *Eur. Phys. J. C* 77 (2017) 114; Erratum: *Eur. Phys. J. C* 77 (2017) 843.
7. V.A. Petrov and R.A. Ryutin, Single and double diffractive dissociation and the problem of extraction of the proton-Pomeron cross-section, *Int. J. Mod. Phys. A* 31 (2016) 1650049.
8. V.A. Petrov and R.A. Ryutin, High-energy scattering versus static QCD strings, *Mod. Phys. Lett. A* 30 (2015) 1550081.
9. R.A. Ryutin, Exclusive Double Diffractive Events: general framework and prospects, *Eur. Phys. J. C* 73 (2013) 2443.
10. R.A. Ryutin, V.A. Petrov and A.E. Sobol, Towards Extraction of π + p and π + π + cross-sections from Charge Exchange Processes at the LHC, *Eur. Phys. J. C* 71 (2011) 1667.
11. R.A. Ryutin, Investigation of diffractive processes with the CMS detector: New results, *Phys. Atom. Nucl.* 73 (2010) 1956; *Yad. Fiz.* 73 (2010) 2009.
12. A.V. Kisselev, V.A. Petrov and R.A. Ryutin, 5-dimensional quantum gravity effects in exclusive double diffractive events, *Phys. Lett. B* 630 (2005) 100.
13. V.A. Petrov, R.A. Ryutin, A.E. Sobol and J.-P. Guillaud, Azimuthal angular distributions in EDDE as spin-parity analyser and glueball filter for LHC, *JHEP* 0506 (2005) 007.
14. V.A. Petrov, R.A. Ryutin and A.V. Prokudin, From the exclusive photoproduction of heavy quarkonia at HERA to the EDDE at Tevatron and LHC, *Czech. J. Phys.* 55 (2005) 17.

На диссертацию и автореферат поступили **отзывы:**

а) Оппонента Селюгина Олега Викторовича, который отметил следующие замечания к диссертационной работе:

1. Введение диссертации написано рыхло и недостаточно обосновано. Не отмечен вклад в исследования дифракционных процессов предыдущих авторов, таких, как например, В.А. Царев. В то же время основной корпус диссертация написан в телеграфном стиле. Так название параграфов главы 1 повторяются трижды. Постоянно используется слова – амплитуда и вклад без сопроводительных пояснений. Вместо «дифференциальные сечения» используется – «дифракционная картина». Отдельные фразы полностью непонятны: стр. 118 – «Последний связан через векторную доминантность мезонов с мезонной структурой, которая плохо известна и, следовательно, часто заменяется структурой пиона». Что означает «точные измерения» (стр.129). Явно недостаточно количество ссылок на работы, откуда берутся те или иные уравнения. Особенно необходимо отметить, что ссылки на работы автора в основном даны в общей массе во введении, а в основном корпусе упоминаются только пять работ, да и то одна только в примечании.

2. В уравнении (2.12) исчезает одна из переменных, а объяснение этому можно найти только через две страницы.

3. Рисунки с диаграммами пересыщены информацией и в основном повторяют друг друга. На рисунке 2.8 отсутствуют заявленные данные; рисунки 3.17а и 3.24 тождественны – различаются только размером; рисунки 3.25 фактически одинаковы, незначительные изменения находятся в пределах возможных ошибок.

4. Значительная часть вычислений автора основана на привлечении модели 3-х Померонов, из которой зачастую используется только один, так называемый жесткий Померон. Однако первые же данные БАК показали отсутствие таких вкладов в упругое адронное рассеяние. Это ставит большой вопрос об использовании такого Померона в мягких процессах с одной стороны и использование параметров полученных в 3-х Померонной модели с другой стороны. Непонятно также как используется модель Алкина-Мартынова, которая содержит громадное количество свободных параметров и широкий набор функций. Поэтому нельзя из этой модели брать отдельные куски, можно только брать эту модель целиком – что достаточно сложно.

5. В работе несколько раз употребляется термин «фальсификации моделей». В стандартном смысле это ведет к юридическим последствиям. Если же этот термин употребляется в его философском смысле (введенном К. Поппером), то он используется неправильно, так как все наши физические модели научны, а не относятся к классу хиромантии. Очевидно, подразумевается термин – верифицируемость.

б) оппонента Дремина Игоря Михайловича, отметившего:

Технические замечания к тексту диссертации связаны с появлением некоторых слов с английским шрифтом, разных обозначений в одинаковых формулах (приложения П9, П10), затянутым обсуждением экспериментальных фонов (раздел 3.5) и т. п.

в) оппонента Огорокова Виталия Алексеевича, сделавшего следующие замечания:

1. Утверждение «...участвуют пионы, которые являются фундаментальными частицами для сильных взаимодействий...» на стр. 32 требует уточнения модели, к которой оно относится, поскольку, например, в КХД фундаментальными частицами, участвующими в сильном взаимодействии, являются кварки и глюоны.
2. В тексте как автореферата (табл. 1, стр. 16, 17 и т. д.), так и диссертации (стр. 49, 50, табл. 2.1 и т. д.) погрешности и, соответственно, результаты приведены с избыточным количеством значащих цифр.
3. На рис. 2.8 отсутствуют данные эксперимента CDF, наличие которых подразумевает подпись к рисунку. Это же замечание относится к рис. 4 в автореферате.
4. Для соотношений (2.38) и (2.39) отсутствуют ссылка на источник и обоснование наличия погрешностей только для парциальных ширин распадов тяжелых кваркониев. В случае константы сильного взаимодействия (α_s) не указан порядок приближения, в котором получены используемые в диссертационной работе значения.
5. В табл. 3.8 экспериментальные данные приведены без погрешностей, отсутствует ссылка на источник для табл. 3.13.
6. Утверждение о необходимости дополнительных измерений полного и упругого сечений протон-протонных столкновений именно при $\sqrt{s} = 10$ ТэВ для уменьшения теоретических неопределенностей (стр. 100) требует корректировки и / или дополнительных обоснований, поскольку не ясна уникальность данного значения \sqrt{s} для предложенного в диссертационной работе метода. Это требование подтверждается, в частности, использованием в пп. 3.5.4 (стр. 126) уже имеющихся измерений при $\sqrt{s} = 7$ ТэВ для указанных протон-протонных параметров.
7. В отдельных случаях перепутаны русско- и англоязычные обозначения (рис. 1.13 – для отдельных частей, стр. 56, 155 и далее по тексту – для гиперболических функций), встречаются опечатки в тексте как автореферата (стр. 8, 10 и т. д.), так и диссертации (стр. 5, 17, 44, 58, 75, 148, 162 и т. д.).

Высказанные замечания относятся к содержанию рукописи и ни в коей мере не снижают собственно ценности проделанной обширной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Селюгин Олег Викторович, автор более 140 работ, Дремин Игорь Михайлович, автор более 290 работ, Окорочков Виталий Алексеевич, автор более 80 работ, являются известными российскими учеными, активно работающими в области физики высоких энергий. Ведущая организация, Московский государственный университет им. Ломоносова, является одним из лидирующих международных центров в области экспериментальной и теоретической физики высоких энергий и атомного ядра и, несомненно, обладает компетенцией по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Детально разработан общий подход к описанию процессов эксклюзивного дифракционного центрального рождения (ЭДЦР). В рамках подхода с применением редже-эйконоальной модели описаны данные экспериментов с ускорителей HERA (DESY) и TeVatron. Получены параметры модели для дальнейших предсказаний.

2. Получены предсказания (полные и дифференциальные сечения) для процессов ЭДЦР на БАК с рождением бозона Хиггса, гравитонов, двух струй, двух гамма-квантов, тяжелых кваркониев $\chi_{c,b}$.

3. Получены предсказания для процессов Эксклюзивного рождения векторных мезонов (ЭРВМ) на БАК с рождением J/Ψ и Υ мезонов. Проведено сравнение с последними данными коллаборации LHCb.

4. Подробно разработан спин-тензорный подход в Реджевских моделях с произвольным спином. Получен общий вид распределений по азимутальному углу для рождения резонансов в ЭДЦР со спином 0,1,2. Распределения использованы для нормировки на данные коллаборации WA102. Основываясь на этом подходе, сделаны предсказания полярных и азимутальных распределений для ЭДЦР на БАК.

5. Детально разработана модель одиночной и двойной перезарядки (с рождением лидирующих нейтронов). Проведен полный анализ данных по процессам с рождением лидирующих нейтронов с предыдущих экспериментов (HERA, ISR, RHIC STAR) в рамках разработанной модели.

6. Разработана методика (с минимальными модельными предположениями) извлечения пион-протонных и пион-пионных сечений из данных по экспериментам с рождением лидирующих нейтронов.

7. Детально разработана постановка эксперимента по извлечению пион-протонных и пион-пионных сечений на БАК. Проведено численное моделирование для данного эксперимента с участием детекторов ZDC (Zero Degree Calorimeter) коллаборации CMS.

8. На основе новейших данных коллаборации БАК LHCf, при использовании методики извлечения сечений, впервые в мире получены сечения пион-протонного рассеяния для энергий в области 1-3 ТэВ. Проведено сравнение с имеющимися моделями для пион-протонных сечений.

9. Детально исследованы процессы одиночной и двойной дифракционной диссоциации. На основе точного спин-тензорного анализа в Реджевском подходе с сохраняющимися токами получены выражения для дифференциальных сечений данных процессов. На основе методики извлечения сечений и экспериментальных данных CDF и TOTEM по процессам одиночной и двойной диссоциации получены оценки Померон-протонных сечений при разных модельных предположениях.

10. Созданы программы Монте-карло моделирования процессов ЭДЦР, перезарядки (MonChER) и общий генератор эксклюзивных дифракционных процессов ExDiff, который может моделировать любые эксклюзивные процессы типа $2 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$ и $2 \rightarrow 4$.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- несмотря на многочисленные исследования, дифракционные процессы в адронной физике являются одними из наиболее сложных с точки зрения квантовой теории поля. Это обусловлено, прежде всего, тем, что рассматриваемые процессы связаны с большими пространственно-временными масштабами и соответствуют, в основном, области «мягкой» физики, в которой не применимы пертурбативные методы квантовой хромодинамики (КХД). Детальное изучение процессов дифракционного рождения, в том числе при высоких и сверхвысоких энергиях, необходимо для развития КХД и поиска

эффектов новой физики за рамками Стандартной модели (СМ). С точки зрения физического анализа данных особый интерес представляют теоретические исследования, направленные на получение новой информации для реально измеряемых параметров и распределений, приводящей к более однозначной интерпретации сравнения результатов эксперимента и теории.

- в экспериментах на БАК (Большой адронный коллайдер): CMS, TOTEM, ATLAS, LHCb, ALICE, были получены сечения различных дифракционных процессов: упругое рассеяние, одиночная и двойная дифракционная диссоциация, эксклюзивное рождение векторных мезонов (ЭРВМ), эксклюзивное двойное центральное рождение (ЭДЦР). Это послужило толчком к пересмотру некоторых основ теоретических моделей.

- метод практического получения сечений, который позволяет получить значения адронных сечений рассеяния в ранее неисследованной области энергий, поможет в проверке отдельных положений используемых в настоящее время моделей.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что:

- Они востребованы в научном сообществе, используются при планировании экспериментов и разработках дифракционных моделей.

- Используя общий подход к описанию эксклюзивного центрального рождения и рождения векторных мезонов, можно на основе имеющихся моделей проводить расчеты сечений в разных кинематических условиях. Общая методология дала возможность выявить свойства процессов, которые не относятся к конкретной модели. Цель исследований - максимально отделить модельные предположения от получаемых экспериментальных результатов, что является в физике высоких энергий одной из самых сложных задач.

- Ковариантный подход, использованный в работе, может применяться в любых дифракционных процессах.

- Непрямой метод извлечения сечений может быть в дальнейшем использован для получения других адронных сечений в неисследованной области по энергии.

- Конкретно получены важные пион-протонные сечения, которые предложено внести в Particle Data Group.

- Работа имеет важное значение для развития теоретических методов изучения «мягкой» физики, соответствующей непертурбативному сектору КХД.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

применение апробированных методов квантовой теории поля и согласованность выводов. Говоря о диссертации в целом, необходимо отметить высокий теоретический и феноменологический уровень работы. К несомненным достоинствам диссертационной работы можно отнести, в частности, подробное описание кинематики и физических наблюдаемых для каждого типа исследуемых дифракционных процессов, а также проблематики соответствующих экспериментальных измерений, что является дополнительным свидетельством детальной проработки автором выбранной темы. Полученные результаты подтверждены экспертами в рамках коллаборации CMS, данными

HERA, CDF, WA102, LHCb, и других коллабораций, представленных в работе, докладывались на конференциях и опубликованы ведущими научными изданиями, где прошли многоступенчатую проверку.

Личный вклад соискателя состоит в том, что:

- автор диссертации был основным разработчиком общего подхода к описанию процессов эксклюзивного дифракционного центрального рождения, методик извлечения адрон-адронных и реджеон-адронных сечений из процессов перезарядки и дифракционной диссоциации. Эта работа проводится больше 10 лет совместно 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). Автор принимал самое активное участие в нескольких совместных международных проектах по разработке дифракционных экспериментов на БАК.

- автор является активным членом коллаборации CMS и эксперимента ST-PPS, делает доклады на совместных заседаниях групп "LHC Forward Physics", является по сути основным разработчиком трёх программных продуктов для численного моделирования дифракционных процессов в коллаборации CMS-TOTEM. Вклад автора в получение защищаемых им результатов является определяющим.

На заседании 21 марта 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Рютину Р.А. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 21, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

21 марта 2019 г.


Тюрин Н.Е.


Рябов Ю.Г.