­«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Лаборатории физики высоких

энергий им. В.И.Векслера и А.М.Балдина

доктор физ.-мат. наук А.В.Бутенко

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Научно-технического совета

Лаборатории физики высоких энергий им. В.И.Векслера и А.М.Балдина

Объединенного института ядерных исследований

о диссертации Габдрахманова Ильнура Рамилевича «Партонные распределения в КХД: методы дисперсионных соотношений и интегральной геометрии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 - «Теоретическая физика»

Диссертация Габдрахманова Ильнура Рамилевича «Партонные распределения в КХД: методы дисперсионных соотношений и интегральной геометрии» выполнена в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И.Векслера и А.М.Балдина (ЛФВЭ) Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) под руководством доктора физико-математических наук Теряева Олега Валериановича.

В 2009 году И.Р.Габдрахманов окончил Башкирский государственный университет по специальности «физика». В 2012 году окончил аспирантуру УНЦ ОИЯИ по специальности 01.04.02 - «Теоретическая физика». С 2016 года работает в ЛФВЭ, с 2020 работает в должности научного сотрудника.

Удостоверение № 04-2013 о сдаче кандидатских экзаменов по специальности 01.04.02- «Теоретическая физика», английскому языку, истории и философии науки выдана в Учебно-научном центре ОИЯИ 27 марта 2013 г.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук О.В.Теряев, заместитель директора лаборатории по научной работе Лаборатории теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова, главный научный сотрудник Научно-экспериментального отдела физики столкновений тяжелых ионов на комплексе NICA отделения №3 Лаборатории физики высоких энергий им. В.И.Векслера.

Административный руководитель — доктор физико-математических наук М.Н.Капишин, начальник Научно-экспериментального отдела барионной материи на Нуклотроне отделения №3 Лаборатории физики высоких энергий им. В.И.Векслера.

**По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

Диссертация посвящена исследованию аналитических свойств амплитуд эксклюзивных и инклюзивных жестких адронных процессов, а также связи методов интегральной геометрии с дисперсионными соотношениями для амплитуд. Несомненная полезность и практическая значимость проведенных исследований заключается в возможности применения разработанных методов к описанию непертурбативной динамики сильных взаимодействий, то есть к процессам, протекающим при малых переданных импульсах и представляющим традиционную трудность в описании методами пертурбативной теории поля. Изученный автором работы процесс глубоконеупругого комптоновского рассеяния, с полученными обобщенными партонными распределениями и двойными распределениями для фотона интересен как с точки зрения аналитического исследования свойств амплитуд процессов в указанной области переданных импульсов, с целью дальнейшего расширения использованных методов на описание сильных взаимодействий с участием других частиц, так и самостоятельно для конкретных приложений, в частности, для теоретического описания экспериментальных данных по эксклюзивному глубоконеупругому фоторождению векторных мезонов. Последняя задача остается весьма актуальной при описании данных в области малых и околонулевых переданных импульсов, и вклад автора работы в решение этой проблемы, несомненно, ценен и интересен. Также можно отметить использование результатов, полученных автором с использованием голографического правила сумм для фотона, по вычислению компонент формфактора тензора энергии-импульса, отвечающего за механическую устойчивость, другими авторами при вычислении давления внутри протона.

Основные результаты диссертационной работы перечислены в трех пунктах ниже:

1. В рамках факторизационного представления построен новый подход к анализу амплитуд эксклюзивных жестких процессов, сочетающий методы интегральной геометрии и исследование аналитических свойств. Получено новое представление для обратного преобразования Радона, справедливое во всей области аналитичности амплитуды, описывающей глубоконеупругое комптоновское рассеяние и электророждение адронов.
2. Данные преобразования применены аналитически на фотонных обобщенных партонных распределениях и получены двойные распределения для фотона. Также для них получено голографическое правило сумм с конечным вычитанием, связанным с гравитационным формфактором адрона. Полученные результаты находятся в согласии с критерием механической устойчивости облака виртуальных фермионных (кварк-антикварковых) пар. Вычислены функции квинтэссенции - базовые функции дуальной параметризации. Константное вычитание успешно применено к описанию сечения электророждения векторных мезонов на примере ρ0 мезона.
3. Построены новые численные модели спектральных функций высших твистов правила сумм Бьёркена. Получено хорошее согласие с экспериментальными данными при малых значениях квадрата переданного импульса. Проведено сравнение различных модификаций АТВ.

Диссертационная работа представляет собой законченное исследование актуальной проблемы физики сильных взаимодействий, проведенное на высоком профессиональном уровне. Обсуждение полученных результатов осуществлялось на требуемом уровне на ряде международных школ и конференций и опубликовано в рецензируемых научных журналах по тематике исследований. Автореферат диссертационной работы в целом отражает структуру и содержание диссертации. К формальным недостаткам можно отнести некоторую небрежность оформления и значительное количество опечаток и грамматических ошибок в тексте. Последнее, однако, никак не умаляет содержательную часть проделанной работы.

Работа выполнена при поддержке следующих грантов и стипендий:

1. Грант РФФИ 11-02-01454
2. Грант РФФИ 11-02-01538
3. Грант РФФИ 13-02-01060
4. Грант РФФИ 14-01-00647

Полученные результаты опубликованы в ведущих рецензируемых журналах ВАК и неоднократно докладывались на международных и российских конференциях и семинарах. И.Р.Габдрахманов имеет 12 опубликованных работ, из них 6 по материалам диссертации.

Список публикаций диссертанта по теме исследования:

1. I. R. Gabdrakhmanov and O.V. Teryaev. “Analyticity and sum rules for photon GPDs”// Phys. Lett. B 716 (2012), pp. 417–424. DOI : 10.1016/j.physletb.2012.08.041. arXiv: 1204.6471 [hep-ph]
2. I. R. Gabdrakhmanov and O. V. Teryaev. “QCD motivated subtractions in hard photonic and mesonic reactions”// PoS Baldin-ISHEPP-XXI (2012), p. 035. DOI: 10.22323/1.173.0035
3. V. L. Khandramai, O. V. Teryaev, and I. R. Gabdrakhmanov. “Infrared modified QCD couplings and Bjorken sum rule”// J. Phys. Conf. Ser. 678.1 (2016), p. 012018. DOI : 10.1088/1742-6596/678/1/012018
4. I. R. Gabdrakhmanov, O. V. Teryaev, and V. . L. Khandramai. “Infrared models for the Bjorken sum rule in the APT approach”. // J. Phys. Conf. Ser. 938.1 (2017), p. 012046. DOI : 10.1088/1742-6596/938/1/012046
5. I. R. Gabdrakhmanov, D. Müller, and O. V. Teryaev. “Inverse Radon transform at work” // Phys. Part. Nucl. Lett. 16.6 (2019), pp. 625–637. DOI : 10.1134/S1547477119060141. arXiv: 1906.01458 [hep-ph]
6. I. R. Gabdrakhmanov, N. A. Gramotkov, A. V. Kotikov, D. A. Volkova and I. A. Zemlyakov, «Bjorken Sum Rule with Analytic Coupling at Low Q2 Values» // JETP Letters. — 2023. — Т. 118. — arXiv: 2307.16225 [hep-ph]. DOI : 10.1134/S0021364023602622.

Апробация работы: доклады

1. Advanced Studies Institute. SPIN-Praha-2011, Карлов Унив., ОИЯИ, Прага, Чехия. **Analytic properties of photonic GPDs**, I.R. Gabdrakhmanov, O.V. Teryaev, 2011
2. Drell-Yan Scattering and the Structure of Hadrons, ECT\* , Тренто, Италия.   
   **Finite Subtractions for Meson Electroproduction and Exclusive Drell-Yan**,  
    I.R. Gabdrakhmanov, O.V. Teryaev, 2012
3. XXI International Baldin Seminar on High Energy Physics Problems, JINR, Dubna, Russia **Subtractions in exclusive vector meson production**, I.R. Gabdrakhmanov, O.V. Teryaev, 2012
4. 48th Karpacz Winter School of Theoretical Physics, Institute for Theoretical Physics, Wroclaw, Ladek-Zdroj, Poland. Poster: **Analytic properties of γ \*γ scattering amplitudes**,  
    I.R. Gabdrakhmanov, O.V. Teryaev, 2012
5. **Analytic properties of photonic GPDs.** National Center for Nuclear Research, Warsaw, Poland, 2012
6. DSPIN-17, BLTP JINR, Dubna, **Infrared models for the Bjorken sum rule in the APT approach**, I.R. Gabdrakhmanov, O.V. Teryaev, V.L. Khandramai, 2017
7. AYSS-2019, JINR, OMUS, Dubna, Russia, JINR, Dubna, Russia. **Cross channel Radon tomography**, I.R. Gabdrakhmanov, D. Muller, O.V. Teryaev, 2019
8. **Radon Tomography In QCD Phenomenology**, DSPIN-19, ОИЯИ, Дубна, Россия  
    I.R. Gabdrakhmanov, D. Muller, O.V. Teryaev, 2019
9. **Integral geometry approach to exclusive processes in QCD.** Международный математический институт имени Л. Эйлера, Санкт-Петербург, 2019
10. **Партонные распределения в КХД: методы дисперсионных соотношений и интегральной геометрии**, семинар по материалам диссертации, ЛТФ ОИЯИ, Дубна, 2022

Диссертация И.Р.Габдрахманова удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 - «Теоретическая физика» и является законченной научной-квалификационной работой.

НТС ЛФВЭ ОИЯИ рекомендует диссертацию к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 - «Теоретическая физика» в диссертационном совете Лаборатории теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова ОИЯИ.

Заключение принято Научно-техническим советом Лаборатории физики высоких энергий им. В.И.Векслера и А.М.Балдина Объединенного института ядерных исследований.

Проголосовало членов НТС ЛФВЭ из полного состава численностью 40 человек.

Результаты голосования «за» - чел., «против» - , «воздержалось» - .

Протокол № от 19 декабря 2023 года.

Заключение составила М.В.Савина

кандидат физ.-мат. наук

Предселатель НТС ЛФВЭ Е.А.Строковский

доктор физ.-мат. наук

Ученый секретарь НТС ЛФВЭ С.П.Мерц

кандидат физ.-мат. наук