

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.02 НА БАЗЕ
МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 19.10.2017 № 17-03

О присуждении Апарину Алексею Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Скейлинговые закономерности в рождении кумулятивных частиц и частиц с большими поперечными импульсами в протон-ядерных взаимодействиях при высоких энергиях» по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 13 апреля 2017 г., протокол № 17-01, диссертационным советом Д 720.001.02 на базе Международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований, почтовый адрес: 141980, ул. Жолио-Кюри, д.6, г. Дубна, Московская область, РФ, приказ 11.04.2014 г. №105/нк.

Соискатель **Апарин Алексей Андреевич** 1989 года рождения, в 2012 году окончил физический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. Освоил программу подготовки в очной аспирантуре Учебно-научного центра при Объединенном институте ядерных исследований в период 2012 г. по 2014 г.. Работает в должности научного сотрудника в Международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований», Лаборатория физики высоких энергий им.В.И. Векслера и А.М. Балдина, Отделение №4 Физики на встречных пучках, Научно-экспериментальный отдел физики тяжелых ионов на RHIC.

Диссертация выполнена в лаборатории физики высоких энергий им.В.И. Векслера и А.М. Балдина Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Токарев Михаил Владимирович, Лаборатория физики высоких энергий им.В.И. Векслера

и А.М. Балдина, Отделение №4 Физики на встречных пучках, Научно-экспериментальный отдел физики тяжелых ионов на RHIC, начальник сектора.

Официальные оппоненты:

Пантуев Владислав Сергеевич - доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, отдел экспериментальной физики, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук (почтовый адрес: 117312, Москва, В-312, проспект 60-летия Октября, 7а, тел. 8 (495) 850-42-52, e-mail: pantuev@inr.ru).

Окороков Виталий Алексеевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (почтовый адрес: 115409, г. Москва, Каширское ш., 31. <http://www.mephi.ru>, e-mail: info@mephi.ru, тел.: +7 (495) 788-56-99, факс: +7 (499) 324-21-11, e-mail: VAOkorokov@mephi.ru).

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ) (почтовый адрес: 117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25, тел. +7(499)123-80-93, +7(499)123-82-18, e-mail: director@itep.ru) в своем положительном заключении подготовленным старшим научным сотрудником Лаборатории релятивистской ядерной физики НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ, к.ф.-м.н. Михайловым Константином Руслановичем, рассмотренным и одобренным 18.09.2017 на заседании секции №3 Ученого совета ФГБУ «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова НИЦ «Курчатовский институт» указала: «Диссертация А.А.Апарина посвящена изучению скейлинговых закономерностей в рождении кумулятивных частиц и поиском сигнатур фазовых переходов в ядерной материи в столкновении протонов с ядрами высоких энергий. Диссертационная работа Апарина Алексея Андреевича «Скейлинговые закономерности в рождении

кумулятивных частиц и частиц с большими поперечными импульсами в протон-ядерных взаимодействиях при высоких энергиях» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены результаты, вносящие существенный вклад в систематическое изучение скейлинговых закономерностей рождения частиц в протон-ядерных взаимодействиях и проверки теории z-скейлинга и имеющие важное значение для широкого применения используемого метода при планировании экспериментов и анализа экспериментальных данных. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, ее автор, Апарин Алексей Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации (5 в рецензируемых журналах и 5 в трудах конференций). Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, Self-similarity of high- p_T hadron production in pA collisions, PoS (Baldin-ISHEPP-XXI), 067, 2012.
2. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, z-Scaling of cumulative hadron production in pA collisions at high energies, Nuclear Physics B - Proceedings Supplements, 245, 149-152, 2013.
3. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, Self-similarity of low- p_T cumulative pion production in proton-nucleus collisions at high energies, Physics of Particles and Nuclei Letters, 11, 2, 91-100, 2014.
4. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, Self-similarity of high- p_T cumulative hadron production in p+A collisions at high energies at U70, Physics of Particles and Nuclei Letters, 11, 4, 381-390, 2014.
5. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, Self-similarity of low- p_T cumulative pion production in proton-nucleus collisions at U70, Physics of Particles and Nuclei Letters, 11, 4, 391-403, Phys. Part. Nucl. Lett. 11 (2014) 6, 818 2014.
6. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, I. Zborovsky, Self-similarity of proton spin, PoS (Baldin-ISHEPP-XXI), 037, 2014.

7. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, Self-similarity of cumulative hadron production in pA collisions at low- and high- p_T , PoS (Baldin-ISHEPP-XXI), 039, 2014.

8. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, I. Zborovsky, Fractal structure of hadrons in processes with polarized protons at SPD NICA (Proposal for experiment), Physics of Particles and Nuclei Letters, 12, 1, 48-58, 2015.

9. A. A. Aparin, M. V. Tokarev, I. Zborovsky, Self-similarity of hard cumulative processes in fixed target experiment for BES-II at STAR, Physics of Particles and Nuclei Letters, 12, 2, 221-229, 2015.

Вклад соискателя в эти работы определяющий.

На диссертацию и автореферат дополнительные отзывы не поступали.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основан на их высокой квалификации, участии в крупномасштабных научных проектах, что подтверждается многочисленными публикациями с высоким индексом цитируемости.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Проведено систематическое изучение скейлинговых закономерностей рождения частиц в протон-ядерных взаимодействиях высоких энергий при больших и малых поперечных импульсах в кумулятивной области в рамках метода z-скейлинга.

2. Обнаружено совпадение скейлинговых функций, описывающих рождение частиц в протон-ядерных взаимодействиях с большими поперечными импульсами в некумулятивной и кумулятивной областях.

3. Показана возможность применения принципа подобия для анализа экспериментальных данных и получения оценок выходов частиц в протон-ядерных соударениях при планирования новых экспериментов.

4. На основе универсальной формы скейлиновой функции получены зависимости долей импульсов сталкивающихся ядер и рожденной инклюзивной частицы, массы системы отдачи от импульса и угла вылета инклюзивной частицы в столкновениях ядер золота. Установлена

кинематическая область с малыми потерями энергии, представляющая интерес для проверки установленных свойств z -скейлинга и поиска сигнатур фазовых переходов ядерной материи в кумулятивной области.

Актуальность работы состоит в том, что поиск новых симметрий и скейлинговых закономерностей всегда был предметом интенсивных исследований при изучении взаимодействий частиц и ядер высоких энергий. Одна из закономерностей, установленная в рождении нейтральных и заряженных адронов, фотонов и струй с большими поперечными импульсами при взаимодействии (анти-)протонов и ядер высоких энергий получила название z -скейлинга. Нарушение z -скейлинга при высоких энергиях и больших поперечных импульсах может рассматриваться как указание на возможность существования новых физических процессов или закономерностей, таких как фазовые переходы в адронной и ядерной материи, структурность кварков, фрактальность пространства и времени, новые виды взаимодействий.

Научная новизна состоит в том, что:

1. Впервые в рамках z -скейлинга проведен систематический анализ данных по инклюзивному рождению заряженных частиц в $p+A$ столкновениях при высоких энергиях в кумулятивной области при малых и больших поперечных импульсах.
2. Проверена гипотеза самоподобия в кумулятивном рождении пионов и расширена область применимости метода с целью поиска сигнатур фазовых переходов в ядерной материи.
3. Впервые на основе скейлинговых свойств функции $\Psi(z)$, установленных для рождения пионов в $p+A$ столкновениях в кумулятивной и некумулятивной областях, предсказаны импульсные спектры пионов с большими поперечными импульсами в глубоко-кумулятивной области при энергиях У70 и протонного синхротрона ФНАЛ.
4. Сформулированы критерии поиска новых явлений в кумулятивных процессах с большими поперечными импульсами в протон-ядерных

взаимодействиях высоких энергий (нарушение закона аддитивности фрактальной размерности ядер).

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований заключается в том, что:

1. Показана принципиальная возможность применения метода z-скейлинга для анализа экспериментальных данных и планирования новых экспериментов по рождению адронов в кумулятивной и некумулятивной областях с целью поиска сигнатур фазовых переходов в ядерной материи.

2. Расширена область применимости метода z-скейлинга при описании рождения кумулятивных и некумулятивных пионов в протон-ядерных столкновениях высоких энергий.

3. Предсказаны зависимости инвариантных сечений рождения инклюзивной частицы в протон-ядерных столкновениях от энергии столкновения, атомного ядра, импульса и угла вылета в неисследованной глубоко-кумулятивной области.

4. В рамках расширенной версии подхода z-скейлинга проведены расчеты характеристик Au+Au столкновений в зависимости от энергии и центральности столкновения, импульса и угла вылета инклюзивной частицы с целью оптимизации области по изучению кумулятивного рождения частиц в моде с фиксированной мишенью на установке STAR.

Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается тем, что методы решения рассмотренных в диссертации задач базируются на современных теоретических представлениях и подходах к описанию кумулятивных процессов, которые были заложены в работах А.М.Балдина, Г.А.Лексина и В.С.Ставинского, а также сравнением с различными наборами экспериментальных данных. Результаты исследований докладывались и обсуждались на международных конференциях, семинарах и опубликованы в рецензированных журналах.

Личный вклад

Автором сделан определяющий вклад в получение результатов изложенных в диссертационной работе: анализ импульсных спектров рождения кумулятивных адронов в $p+A$ столкновениях на основе экспериментальных данных, полученных группами Г.Лексина, Л.Золина и В.Гапиенко на протонном синхротроне ФНАЛ и ускорителе У70 ИФВЭ, проведение численных расчетов, подготовка публикаций, представление результатов на международных конференциях и семинарах. Им создан комплекс программ для анализа импульсных спектров в рамках метода z-скейлинга. Вклад автора полностью отражен во всех защищаемых результатах. Автор принял активное участие и внес существенный вклад в обсуждение результатов исследований, подготовку и написание статей в рецензируемые журналы, представление результатов на конференциях и семинарах.

Апробация работы

Основные результаты работы неоднократно докладывались соискателем на научных семинарах в Объединенном институте ядерных исследований, а также на российских и международных научных конференциях и семинарах:

- XXI International Baldin Seminar on High Energy Physics Problems, Дубна, Россия, 2012 г.
- XVI Lomonosov Conference on Elementary Particle Physics, Москва, Россия, 2013 г.
- Hadron Structure'13, Slovakia, Татранске Матлиапее, Словакия, 2013 г.
- XXIV International Conference on Ultra-relativistic Nucleus-Nucleus Collisions Quark Matter, Дармштадт, Германия, 2014 г.
- XXII International Baldin Seminar on High Energy Physics Problems, Дубна, Россия, 2014 г.
- Hadron Structure'15, Горный Смоковец, Словакия, 2015 г.
- XVII Lomonosov Conference on Elementary Particle Physics, Москва, Россия, 2015 г.

На заседании 19 октября 2017 года диссертационный совет сделал вывод о том, что диссертация представляет собой законченную квалификационную работу, соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, и принял решение присудить Апарину Алексею Андреевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой

диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 18, против 1, недействительных бюллетеней 3.

Заключение подготовили:

Доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Батюня
Борис Владимирович

Доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Строковский
Евгений Афанасьевич

Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Арефьев
Валентин Александрович

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
профессор

Малахов
Александр Иванович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник



Арефьев
Валентин Александрович

25 октября 2017 года