

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ.
П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 октября 2020 г. № 31

О присуждении Жарко Сергею Вячеславовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Особенности образования нейтральных мезонов в столкновениях ядер меди и золота при энергии 200 ГэВ» по специальности 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц» принята к защите 2 сентября 2020 года (протокол заседания № 28) диссертационным советом Д002.023.04, созданным 9 ноября 2012 года приказом № 717/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53 (ФИАН).

Соискатель Жарко Сергей Вячеславович, 1994 года рождения, в 2017 году с отличием окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО СПбПУ) и получил степень магистра по направлению подготовки 03.04.02 – «Физика». В 2017 году поступил в очную аспирантуру ФГАОУ ВО СПбПУ по специальности 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц», где продолжает обучение в настоящее время. Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2019 году ФГАОУ ВО СПбПУ. Начиная с 2015 года Жарко С.В. проводит активную научную работу в ФГАОУ ВО СПбПУ в рамках международной коллаборации RHENIX (Брукхейвенская национальная лаборатория, США), являясь ее активным участником. В настоящее время Жарко С.В. работает ассистентом Высшей инженерно-физической школы ФГАОУ ВО СПбПУ.

Диссертация выполнена на кафедре «Экспериментальная ядерная физика» ФГАОУ ВО СПбПУ.

Научный руководитель – Бердников Ярослав Александрович, доктор физико-математических наук, профессор Высшей инженерно-физической школы ФГАОУ ВО СПбПУ.

Официальные оппоненты:

Токарев Михаил Владимирович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, начальник сектора Лаборатории физики высоких энергий Объединенного института ядерных исследований (почтовый адрес: 141980, г. Дубна, Московская обл., тел: +7 (49621) 6-65-89, e-mail: tokarev@jinr.ru);

Лохтин Игорь Петрович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник Отдела экспериментальной физики высоких энергий, Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) (почтовый адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские Горы, дом 1, строение 2, тел: +7 (495) 939-12-57, e-mail: igor@lav01.sinp.msu.ru)

дали положительные отзывы на диссертацию и указали, что соискатель Жарко С.В. заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (ФГБОУ ВО СПбГУ) (почтовый адрес: 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9, тел: +7 (812) 328-97-01, e-mail: srbu@srbu.ru) в своем положительном заключении, составленном Феофиловым Григорием Александровичем, кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры «Физика высоких энергий и элементарных частиц» и подписанным Иоффе Михаилом Вульфовичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедры «Физика высоких энергий и элементарных частиц» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», отметила «высокий научный уровень проведенной экспериментальной работы убеждает в абсолютной надежности

полученных новых результатов и вызывает интерес к их более детальной теоретической интерпретации, которая, конечно, выходит за рамки данного экспериментального исследования», а также заключила, что «Диссертационная работа Жарко Сергея Вячеславовича «Особенности образования нейтральных мезонов в столкновениях ядер меди и золота при энергии 200 ГэВ» соответствует специальности 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц» и полностью удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842. Автор диссертации, Жарко Сергей Вячеславович, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - «Физика атомного ядра и элементарных частиц».»

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации в российских и зарубежных журналах, индексируемых в базах Scopus (57193681560) и Web of Science (U-1027-2018), в том числе из рекомендованного списка ВАК. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Production of π^0 and η mesons in Cu+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV / C. Aidala [et al.] // Physical Review C. — 2018. — Vol. 98, no. 5 — P. 054903.
2. Особенности рождения короткоживущих нейтральных каонов в Cu+Au столкновениях при энергии 200 ГэВ / А. Бердников [и др.] // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. — 2019. — Т. 12, № 3. — С. 131—142.
3. Исследование эффекта гашения адронных струй в системе столкновений ультрарелятивистских ядер меди и золота при энергии 200 ГэВ с помощью омега-мезонов / А. Бердников [и др.] // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. — 2019. — Т. 12, № 3. — С. 143—154.
4. Изучение эффекта гашения струй в несимметричной системе ультрарелятивистских ядер Cu+Au с помощью нейтральных пионов на эксперименте ФЕНИКС / А. Бердников [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия физическая. — 2017. — Т. 81, № 10. — С. 1321—1324.

5. Свойства легких мезонов во взаимодействиях тяжелых ядер в эксперименте ФЕНИКС / А. Бердников [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия физическая. — 2018. — Т. 82, № 10. — С. 1381—1385.
6. Экспериментальные исследования рождения эта-мезонов и каонов в Cu + Au-взаимодействиях при энергии 200 ГэВ / А. Бердников [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия физическая. — 2018. — Т. 82, № 10. — С. 1386—1390.
7. Zharko S. Studying Parton Energy Loss Using Meson Production in Large Collision Systems with PHENIX / S. Zharko // Nuclear Physics A. — 2017. — Vol. 967. — P. 552–555.
8. Zharko S. Hard Probe Measurements in Cu+Au Collisions at PHENIX: Jets and Leading Particles / S. Zharko // Nuclear and particle physics proceedings. — 2017. — Vol. 289. — P. 113–116.
9. Neutral meson production in Cu+Au collisions at 200 GeV / A. Berdnikov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. — 2017. — Vol. 929, no. 1. — P. 012061.
10. Nuclear modification factors of light mesons in Cu+Au collisions / A. Berdnikov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. — 2018. — Vol. 1038, no. 1. — P. 012068.
11. Nuclear modification factors of K_S and ω mesons in Cu+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV / A. Berdnikov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. — 2018. — Vol. 1135, no. 1. — P. 012048.

Результаты доложены на 8 международных и российских конференциях, 3 университетских конференциях, 2 школах, а также на рабочих совещаниях и семинарах коллаборации PHENIX, в которых соискатель принял непосредственное участие. Вклад соискателя в эти работы определяющий.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, наличием признанных достижений в области ядерной физики и научного авторитета в крупномасштабных международных экспериментальных проектах.

На диссертацию и автореферат дополнительные отзывы не поступали.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Впервые предложен метод определения значений выхода нейтральных π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов в системе столкновений Cu+Au при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ с использованием данных, полученных на спектрометре PHENIX. **Уникальность данных исследований** связана с особенностями геометрии релятивистских столкновений Cu+Au, как несимметричной системы, отсутствующими в симметричных Au+Au и Cu+Cu системах.

Впервые получены экспериментальные данные о рождении π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов в системе столкновений Cu+Au при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ: **впервые** получены инвариантные спектры по поперечному импульсу рождения π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов в различных интервалах центральности Cu+Au столкновений; **впервые** определены значения отношений выходов мезонов η/π^0 , K_S/π^0 и ω/π^0 в зависимости от поперечного импульса мезонов и центральности Cu+Au столкновений; **впервые** определены значения факторов ядерной модификации (R_{AA}) π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов в зависимости от поперечного импульса мезонов и центральности Cu+Au столкновений.

В работе **впервые** установлено, что значения отношений выходов мезонов η/π^0 , K_S/π^0 и ω/π^0 , полученные в Cu+Au столкновениях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ, не зависят от центральности и равны значениям отношений для тех же мезонов, измеренных ранее в адрон-адронных, адрон-ядерных и ядро-ядерных системах столкновений, а также электрон-позитронных столкновениях при разных значениях энергии столкновений. По результату **сделан вывод** о независимости либо слабой зависимости состава адронных струй, рождающихся в Cu+Au столкновениях, от присутствия в системе кварк-глюонной плазмы.

Также **впервые** установлено, что в Cu+Au взаимодействиях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ полученные значения факторов ядерной модификации π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов равны между собой в разных интервалах поперечного импульса мезонов и центральности столкновений, а также равны ранее полученным значениям факторов ядерной модификации адронных струй в той же системе при значениях поперечного импульса $p_T > 10$ ГэВ/с. На основании этих результатов **сделан вывод** о том, что в Cu+Au системе при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ подавление адронов происходит на партонном уровне до процесса фрагментации.

В работе **впервые** показано, что в области значений поперечного импульса $p_T = 4-10$ ГэВ/с выход π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов подавлен в два раза в

Cu+Au системе по сравнению с их выходом в p+p системой при той же энергии столкновений. В области значений поперечного импульса $p_T > 10$ ГэВ/с и с его ростом подавление слабо уменьшается.

Также, сравнение полученных результатов о факторах ядерной модификации π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов в Cu+Au системе с ранее полученными результатами в симметричных Au+Au и Cu+Cu системах при той же энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ и близких значениях числа нуклонов, участвующих во взаимодействии, показало, что значения факторов ядерной модификации этих мезонов равны друг другу во всех трех системах в разных интервалах поперечного импульса. На основании этого был сделан вывод о независимости либо слабой зависимости эффекта гашения адронных струй от формы области перекрытия, реализуемой в несимметричной Cu+Au и симметричных Au+Au и Cu+Cu системах при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ.

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

Полученные в работе новые результаты (выходы, отношения выходов и факторы ядерной модификации π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов в Cu+Au столкновениях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ) вносят важный вклад в систематическое изучение свойств ядерной материи в столкновениях релятивистских тяжелых ионов и могут быть использованы для сравнительного анализа свойств ядерной материи в экспериментах на RHIC и LHC, тестирования различных феноменологических моделей и Монте-Карло генераторов, описывающих потери энергии кварков и глюонов в горячей и плотной ядерной материи. Полученные результаты также могут быть использованы для планирования физических программ для будущих экспериментов на ускорительных комплексах, например, NICA (Объединенный институт ядерных исследований, Дубна) и FAIR (Институт тяжелых ионов, Германия). Предложенная в работе методика измерений выхода π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов, в дальнейшем, может быть адаптирована в аналогичных экспериментах на коллайдерах.

Характеризуя исследование в целом, можно заключить, что впервые получена уникальная экспериментальная информация об особенностях рождения π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов в Cu+Au столкновениях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ, которая может послужить развитию представлений о свойствах ядерного вещества при экстремально высоких значениях температуры и

плотности энергии, переходе между адронной и кварк-глюонной фазами ядерного вещества.

Достоверность результатов исследования обусловлена тем, что:

Работа проведена в рамках международного эксперимента PHENIX на коллайдере RHIC в Брукхейвенской национальной лаборатории (США). Систематическое исследование свойств кварк-глюонной плазмы является одним из приоритетных направлений эксперимента PHENIX, и изучение особенностей рождения частиц в несимметричных столкновениях ядер меди и золота при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ является важной его частью. В эксперименте PHENIX используются данные о столкновении пучков ультрарелятивистских тяжелых ионов, формирующихся с помощью коллайдера RHIC. Формирование и ускорение пучков обеспечивается высококлассными специалистами коллайдера RHIC.

Высокое качество первичного экспериментального материала обеспечено апробированным в течение многих лет спектрометром PHENIX по определению характеристик частиц, рождающихся в столкновении ультрарелятивистских ядер. Работа спектрометра PHENIX обеспечивается специалистами в данной области.

Методика измерений выхода нейтральных мезонов в Cu+Au столкновениях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ разработана с помощью модификаций методик, применяемых ранее в коллаборации PHENIX, и использует официальное программное обеспечение систем эксперимента, общепринятые методы обработки данных и методы моделирования событий. Для определения выхода мезонов использованы различные модификации методики, выходы π^0 - и η -мезонов определены независимо в различных подсистемах электромагнитного калориметра. Результаты обсуждались на семинарах коллаборации PHENIX и в ряде международных конференций, изложены в публикациях, индексируемых в базах Scopus или WebOfScience, в журналах рекомендованных ВАК.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методики измерений, обработке и анализе экспериментальных данных, полученных в эксперименте PHENIX, что является основой содержательной части диссертационной работы, а именно, оптимизация критериев отбора и определение выхода π^0 -, η -, K_S - и ω -

мезонов, моделирование, создание программ для анализа данных, получение физического результата и определение систематических неопределенностей измерений. Стоит отметить реализованный перечень работ по адаптации расчетных и измерительных процедур в методике исследования рождения π^0 -, η -, K_S - и ω -мезонов в столкновениях релятивистских ядер меди и золота. Представленный список опубликованных работ был получен с непосредственным участием автора диссертации. Приведенный в диссертации иллюстративный материал является результатом работы соискателя. Несомненно, работы, осуществленные Жарко С.В., главным образом определили результаты исследования особенностей рождения нейтральных мезонов в столкновениях ядер меди и золота при энергии 200 ГэВ в эксперименте PHENIX.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

На заседании 12 октября 2020 года диссертационный совет сделал вывод о том, что диссертация Жарко Сергея Вячеславовича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям п.9 действующего Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года. На заседании 12 октября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Жарко Сергею Вячеславовичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц», участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 19, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,

д.ф.-м.н.



Полухина

Полухина Наталья Геннадьевна

Ученый секретарь диссертационного совета,

д.ф.-м.н.

Баранов

Баранов Сергей Павлович

12.10.2020