

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. № 30

О присуждении Радзевичу Павлу Владиславовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Рождение легких нейтральных мезонов в $U+U$ взаимодействиях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 192$ 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 Радзевич Павел Владиславович, 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 выданы в 2019 году ФГАОУ ВО СПбПУ. В начале 2015 года Радзевич П.В. направил свои силы на исследования в области экспериментов, посвященных проблемам ядерной физики высоких энергий. Спустя полгода активной работы, Радзевич П.В. стал участником коллаборации PHENIX от СПбПУ. На сегодняшний день он является полноправным участником эксперимента. В его обязанности входят обработка экспериментальных данных и их интерпретация, а также проведение моделирований работы спектрометра

PHENIX при помощи метода Монте-Карло. Основным объектом его исследований является изучение рождения легких нейтральных мезонов (π^0 , η и K_S) в столкновениях рекордных по массе ядер U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 192$ ГэВ.

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);

Тихомиров Владимир Олегович, гражданин РФ, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории элементарных частиц Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (почтовый адрес: 119991 Москва, Ленинский проспект д. 53, ГСП-1, тел: +7 (499) 132-65-54, e-mail: Vladimir.Tikhomirov@cern.ch)

дали положительные отзывы на диссертацию и указали, что соискатель Радзевич П.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: spbu@spbu.ru) в своем положительном заключении, составленным 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 «В целом работа выполнена на высоком профессиональном уровне, написана хорошим языком и оставляет очень положительное впечатление. Проведен тщательный анализ экспериментальных данных U+U столкновения на коллайдере RHIC. Полученные результаты, в свою очередь, выдвигают широкий спектр задач для развития теоретических моделей рождения легких нейтральных мезонов.», а также заключила, что «Диссертационная работа Радзевича Павла Владиславовича «Рождение легких нейтральных мезонов в U+U взаимодействиях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 192$ 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, Радзевич Павел Владиславович, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - «Физика атомного ядра и элементарных частиц».»

Соискатель имеет 7 опубликованных работ по теме диссертации в российских и зарубежных журналах, индексируемых по базе Scopus (57194425373) и Web of Science (AAB-3278-2020), в том числе из рекомендованного списка ВАК. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Изучение эффекта гашения струй в системе ультрарелятивистских столкновений ядер урана на эксперименте ФЕНИКС / П. В. Радзевич [и др.] // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. — 2018. — Т. 11, No 2. — С. 119—129.

2. Experimental Study of Pion Production in U + U interactions at 192 GeV / P. V. Radzevich [et al.] // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. — 2018. — Oct. — Vol. 82. — P. 1262—1265.

3. Измерение факторов ядерной модификации эта-мезонов при парных столкновениях ядер урана / П. В. Радзевич [и др.] // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. — 2019. — Т. 12, No 2. — С. 101—110.

4. Подавление выходов адронов в столкновениях ядер урана при различном кварковом составе рождающихся частиц / П. В. Радзевич [и др.] // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. — 2019. — Т. 12, No 2. — С. 111—120.

5. Experimental research of π^0 meson production in U+U collision at 192 GeV / P. V. Radzevich [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. — 2018. — June. — Vol. 1038. — P. 012067.

6. Nuclear modification factors of π^0 and η mesons in U+U collisions at $S_{NN}=192$ GeV / P. V. Radzevich [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. — 2018. — Dec. — Vol. 1135. — P. 012046.

7. Radzevich, P. Recent results on high-pT particles and jets from PHENIX experiment / P. Radzevich // Proceedings, 12th International Workshop on High-pT Physics in the RHIC/LHC Era (HPT 2017): Bergen, Norway, October, 2-5, 2017. High-pT 2017. — 2019. — P. 007.

Результаты доложены на 8 международных и российских конференциях, 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 исследования рождения нейтральных легких π^0 -, η - и K_S -мезонов, адаптированная для системы сталкивающихся ядер U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ. **Уникальность данных исследований** связана с асимметричностью формы использованных ядер урана и геометрии релятивистских столкновений U+U.

На основе разработанной методики **впервые** получены экспериментальные данные о рождении π^0 -, η - и K_S -мезонов в системе столкновений U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ: **впервые** получены инвариантные спектры по поперечному импульсу рождения π^0 -, η - и K_S -мезонов в различных интервалах центральности U+U столкновений; **впервые** определены значения факторов ядерной модификации (R_{AA}) π^0 -, η -, и K_S -мезонов в зависимости от поперечного импульса мезонов и центральности U+U столкновений; **впервые** определены значения интегральных факторов ядерной модификации π^0 -, η -, и K_S -мезонов в зависимости от среднего числа нуклонов, участвующих во взаимодействии, в U+U столкновениях; **впервые** определены значения отношений выходов мезонов η/π^0 и K_S/π^0 в зависимости от поперечного импульса мезонов и центральности U+U столкновений.

Впервые наблюдается, что в пределах статистической и систематической неопределенности в области больших значений поперечного импульса ($p_T > 5-6$ ГэВ/с) факторы ядерной модификации π^0 -, η - и K_S -мезонов в столкновениях U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ равны, на основании чего сделан вывод об отсутствии зависимости эффекта гашения адронных струй от кваркового состава и массы π^0 -, η - и K_S -мезонов.

Впервые проведено сравнение факторов ядерной модификации легких нейтральных мезонов (π^0 , η и K_S) в столкновениях U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ, Au+Au и Cu+Cu при энергии $\sqrt{s_{NN}}=200$ ГэВ при близких значениях числа парных неупругих нуклон-нуклонных столкновений. **Впервые** проведено сравнение интегральных факторов ядерной модификации π^0 -, η - и K_S -мезонов в зависимости от числа нуклонов, участвующих во взаимодействии, на основании которого определено, что подавление выхода исследуемых мезонов в основном зависит от среднего числа парных неупругих нуклон-нуклонных столкновений или среднего числа нуклонов участников, а не от индивидуальных свойств сталкивающихся ядер.

Опираясь на совпадение **впервые** вычисленных отношений спектров η/π^0 и K_S/π^0 в столкновениях ядер U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ в пределах систематических и статистических неопределенностей в разных интервалах центральности, а также их совпадений с отношениями η/π^0 и K_S/π^0 , измеренными ранее в p+p, p+A и A+A, сделан вывод об отсутствии зависимости фрагментации партонов от присутствия КГП в U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ.

Также **впервые** произведено сравнение выходов π^0 -, η - и K_S -мезонов в U+U и p+p при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ с помощью вычисления фактора ядерной модификации. В центральных столкновениях ядер в области малых и промежуточных поперечных импульсов выход π^0 - и η -мезонов и в области больших значений поперечного импульса ($p_T > 5-6$ ГэВ/c) выход π^0 -, η - и K_S -мезонов в U+U столкновениях подавлен на 70-80%. В периферийных столкновениях выход π^0 -, η - и K_S -мезонов в U+U столкновениях в области больших поперечных импульсов в пределах систематических неопределенностей не зависит от поперечного импульса и подавлен на 40-50%.

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 - и K_S -мезонов в U+U столкновениях при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ 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). Сформулированную в данной работе методику измерения π^0 -, η - и K_S -мезонов в столкновениях U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ можно адаптировать для исследования легких нейтральных мезонов (π^0 , η и K_S) в других системах сталкивающихся ядер в аналогичных экспериментах, направленных на исследования свойств горячей и плотной ядерной материи (PHENIX, STAR, ALICE, ATLAS. и др.).

Характеризуя исследование в целом, можно заключить, что впервые получена уникальная экспериментальная информация об особенностях рождения π^0 -, η - и K_S -мезонов в столкновениях U+U при энергии $\sqrt{s_{NN}}=192$ ГэВ, которая послужит 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:

Данное исследование выполнено в рамках эксперимента PHENIX на коллайдере RHIC. Одно из основных направлений исследования эксперимента PHENIX ориентировано на систематическое изучение свойств кварк-глюонной плазмы, рождающейся в условиях экстремальных энергетических плотностей и/или температур, и настоящее исследование столкновения ядер урана является одной из его принципиальных частей. Эксперимент PHENIX в основном опирается на возможности коллайдера RHIC по формированию и ускорению пучков релятивистских ядер. Формирование и ускорение пучков обеспечивается высококлассными специалистами коллайдера RHIC.

Первичный экспериментальный материал высокого качества обеспечивается апробированным в течение многих лет экспериментом по изучению свойств частиц, рождающихся в столкновении ядер с высокой энергией, PHENIX, работа которого обеспечивается специалистами в данной области.

Также инвариантные спектры рождения и факторы ядерной модификации π^0 - и η -мезонов измерялись в двух разных типах электромагнитного калориметра (PbSc и PbGl), что позволило произвести перекрестную проверку результатов. Измерение спектров рождения K_S -мезонов проводится при идентификации дочерних π^0 -мезонов, прошедших перекрестную проверку в двух системах электромагнитного калориметра (PbSc и PbGl).

Личный вклад соискателя состоит в обработке и анализе экспериментальных данных, полученных в эксперименте PHENIX, что является основой содержательной части диссертационной работы, а именно, измерение выхода нейтральных мезонов (π^0 , η и K_S), вычисление эффективности регистрации исследуемых частиц в электромагнитном калориметре, измерение инвариантных спектров рождения, оценка систематической и статистической неопределенности измерений, вычисление факторов ядерной модификации π^0 -, η - и K_S -мезонов. Стоит отметить реализованный перечень работ по адаптации расчетных и измерительных процедур в методике исследования рождения нейтральных мезонов (π^0 , η и K_S) в столкновениях релятивистских ядер. Представленный список опубликованных работ был получен автором лично. Приведенный в диссертации иллюстративный материал является результатом работы соискателя. Несомненно, работы, осуществленные Радзевичем П.В.,

главным образом определили результаты исследования рождения легких нейтральных мезонов в $U+U$ взаимодействиях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 192$ ГэВ в эксперименте PHENIX.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

На заседании 12 октября 2020 года диссертационный совет сделал вывод о том, что диссертация Радзевича Павла Владиславовича 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 Радзевичу Павлу Владиславовичу 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 18 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» – 18, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,

д.ф.-м.н.



Полухина Наталья Геннадьевна

Ученый секретарь диссертационного совета,

д.ф.-м.н.

Баранов

Баранов Сергей Павлович

12.10.2020