

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета **Кима Виктора Тимофеевича** на диссертацию **Лазаревой Татьяны Валерьевны** на тему «**Исследование выходов адронов, содержащих тяжелые кварки, в ультрарелятивистских столкновениях в эксперименте ALICE на Большом Адронном Коллайдере**», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15. Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий.

Диссертация Лазаревой Татьяны Валерьевны посвящена весьма **актуальной** проблеме исследования свойств образования адронов, содержащих очарованные кварки, в протон-протонных соударениях при энергиях Большого адронного коллайдера(БАК).

С одной стороны, образование очарованных адронов важно для изучения процесса адронизации, который в случае тяжелых кварков находится под более лучшим теоретическим контролем, вследствие наличия дополнительного масштабного параметра приводящего к малости константы связи.

С другой стороны, в последние десятилетия активно изучаются столкновения ультрарелятивистских ионов с целью поиска нового состояния вещества - кварк-глюонной плазмы. Экспериментальные данные с ускорителя SPS (CERN) и коллайдеров RHIC (BNL) и LHC (CERN) говорят о том, что в центральных соударениях ультрарелятивистских тяжелых ядер наблюдаются закономерности, характерные для фазового перехода в новое состояние кварк-глюонной материи. Поэтому, изучение процессов, рассматриваемых в диссертационный работе, будет в дальнейшем служить важным источником информации о свойствах ядерной среды, возникающей в центральных соударениях ультрарелятивистских ядер.

Таким образом, **актуальность** тематики данной диссертации не вызывает сомнения.

В рамках представленного исследования в диссертации Лазаревой Татьяны Валерьевны были поставлены и решены следующие задачи:

- Обзор теоретических моделей физики образования тяжелых ароматов при высоких энергиях;
- Обзор методик исследования механизмов адронизации сильновзаимодействующей материи;
- Обзор методик регистрации и реконструкции частиц и потоков частиц (адронных струй) в эксперименте ALICE;
- Обзор методик анализа данных в эксперименте ALICE;
- Разработка метода анализа радиальной зависимости в адронных струях на основе анализа функции фрагментации адронных струй, содержащих

- тяжелые ароматы;
- Анализ радиальных зависимостей для экспериментальных данных, полученных в эксперименте ALICE в pp-столкновениях в период с 2016 по 2018 год;
 - Разработка метода исследования рождения пар очарованных мезонов в широком диапазоне поперечных импульсов в эксперименте ALICE;
 - Исследование детекторных систем на основе Монолитных Активных Пиксельных Сенсоров (МАПС) для внешних слоев модернизированной Внутренней Трековой Системы эксперимента ALICE.

Диссертация, представленная на русском и английском языках, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, списка используемых обозначений и сокращений, а также двух приложений.

Введение содержит краткую характеристику темы исследования и обоснование ее актуальности, формулировку цели и направлений работы, методологию и методику исследований, обсуждение новизны результатов, научной и практической ценности работы, основных положений, выносимых на защиту, апробацию работы, личный вклад автора и структуру диссертации.

В **первой главе** рассматриваются теоретические и феноменологические аспекты физики образования адронов, содержащих очарованные кварки и обзор текущего состояния исследований и имеющиеся проблемы.

В **второй главе** дано краткое описание эксперимента ALICE на БАК. Также обсужден проект модернизации его Внутренней Трековой Системы.

В **третьей главе** представлено исследование радиальной зависимости, возникающей в адронных струях, содержащих тяжелые кварки. При анализе данных эксперимента ALICE получены и исследованы радиальные зависимости струй, содержащих D^0 -мезоны и Λ_c -барионы.

В **четвертой главе** обсуждаются корреляции рождения пар тяжелых кварков. Для набора данных, полученных в эксперименте ALICE автором была разработана и применена методика анализа рождения пар $D^0 \bar{D}^0$ -мезонов. Такие пары мезонов могут являться продуктами адронизации соответствующих пар очарованных кварков.

В **пятой главе** представлены результаты исследований Монолитных Активных Пиксельных Сенсоров (МАПС) для модернизированной Внутренней Трековой Системы (ВТС) эксперимента ALICE. Применение МАПС позволит значительно увеличить скорость работы ВТС, требующейся для работы на стадии высокой интенсивности БАК.

Отдельные этапы анализа данных вынесены в **приложения А и Б**.

Основные результаты диссертации выносимые на защиту:

- Методика анализа радиальной зависимости в адронных струях на основе анализа функции фрагментации струй, в которые входят адроны, содержащие тяжелые кварки;
- Результаты анализа данных эксперимента ALICE: радиальные зависимости для струй, содержащих $\Lambda+C$ –барион и D0–мезон, а также отношения этих радиальных зависимостей;
- Методика анализа рождения пар очарованных мезонов в эксперименте ALICE;
- Результаты исследований сборок МАПС для внешних слоев модернизированной ВТС ALICE: исследование шумовых характеристик детекторов МАПС, исследование функции отклика пикельных сенсоров при воздействии на них ионизирующего излучения, исследование температурных характеристик сборок детекторов.

Диссертация написана в кратком, но достаточно подробном и ясном стиле. Несмотря на очень тщательное оформление, все-таки имеются небольшие недостатки. Например, одно из основных используемых понятий в диссертации «радиальность», которое действует в пространстве азимутального угла и псевдобыстроты, определено только на стр. 27. Также имеется небольшое количество опечаток (например, в слове «электрон» на стр. 23).

Некоторым недостатком также является некритичное упоминание теоремы факторизации жестких процессов. В частности, она не предполагается, а доказывается, и с вполне определенными условиями применимости, которые могут выполняться или не выполняться. Однако, все эти отмеченные мелкие недочеты не меняют общей высокой положительной оценки диссертации.

Диссертация является законченным научным трудом и выполнена на высоком научном уровне. Содержащиеся в ней многие **новые результаты** получены впервые. Ее **научная и практическая ценность** состоит в развитии нового пределяется разработкой методики анализа радиальной зависимости в адронных струях, содержащих тяжелые кварки, а также обусловлена исследованиями пикельных сенсоров нового поколения для модернизированной ВТС эксперимента ALICE. Нужно отметить, что помимо научной ценности таких сенсоров в рамках физической программы эксперимента ALICE, возможное **практическое применение** исследованных сенсоров в прикладных задачах радиационного материаловедения и ядерной медицины.

Поулученные результаты могут быть использованы на действующих ускорителях RHIC (БНЛ, Брукхейвен), LHC и SPS (ЦЕРН, Женева), а также на строящихся FAIR (ГСИ, Дармштадт) и NICA (ОИЯИ, Дубна). Также, результаты диссертации могут быть использованы в НИЦ КИ - ПИЯФ, НИЦ КИ - ИФВЭ, НИЦ КИ - ККТЭФ, НИЦ КИ, ОИЯИ, НИИЯФ МГУ, СПбПУ, ФИ РАН, ИЯИ РАН и др.

Личный вклад автора диссертации в работах, составляющих ее основу, является определяющим. Результаты, полученные в диссертации, являются **новыми и оригинальными**, с достаточной полнотой опубликованы в ведущих реферируемых

научных журналах, неоднократно **апробировались** на международных научных совещаниях и конференциях. Содержание диссертации соответствует опубликованным работам. **Достоверность** полученных в диссертации результатов подтверждена независимыми экспериментальными измерениями, альтернативными методами где это было возможно, компьютерным моделированием и согласием с теоретическими ожиданиями и вычислениями.

Диссертация Лазаревой Татьяны Валерьевны на тему: «Исследование выходов адронов, содержащих тяжелые кварки, в ультрапрелятивистских столкновениях в эксперименте ALICE на Большом Адронном Коллайдере» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Лазарева Татьяна Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15. Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

д.ф.-м.н., заместитель руководителя
Отделения физики высоких энергий
Петербургский институт ядерной физики
им. Б.П. Константинова
Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт»



Ким Виктор Тимофеевич

16.03.2023

Подпись В.Т. Кима заверяю.

Ученый Секретарь

НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ



С. И. Воробьев

