

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Дербина Александра Владимировича 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.

Диссертационная работа Т.В. Лазаревой выполнена в рамках крупного международного эксперимента ALICE, который ориентирован на изучение столкновений тяжелых ядер на ускорителе LHC. Основная задача эксперимента ALICE состоит в исследовании кварк-глюонной плазмы на основе анализа частиц, которые возникают при ее распаде. Конкретной задачей, которой посвящена диссертация, являлось изучение радиальной зависимости адронных струй, содержащих Λ_c^+ -барион и D^0 -мезон, и определение отношения выходов указанных барионов к мезонам. Вторая важная задача, успешно решенная в диссертации, состояла в проведении работ с новыми многопиксельными детекторами МАПС, на основе которых создается новая внутренняя трековая система – ближайшая детекторная система к точке столкновения ядер. **Актуальность** исследований в обоих направлениях не вызывает сомнений.

Диссертация Т.В. Лазаревой состоит из введения, 5 глав, заключения и двух приложений.

Во введении представлен краткий обзор основных положений, касающихся существования и распада кварк-глюонной плазмы, представлено описание структуры диссертации, обоснована актуальность и новизна работы, сформулированы главные задачи работы, перечислены результаты диссертации, выносимые на защиту.

В первой главе описаны методики исследования процессов образования адронов из сильновзаимодействующей материи. Рассматривается моделирование процессов, возникающих при взаимодействии частиц в физике высоких энергий, с использованием генератора событий PYTHIA. Указано на расхождения между экспериментальными результатами и теоретическими предсказаниями, связанные с сечением рождения Λ_c^+ – бариона в pp-столкновениях и отношением выхода Λ_c^+ – барионов к D^0 – мезонам.

Во второй главе представлено краткое описание детектирующих систем эксперимента ALICE, основных методик регистрации и идентификации частиц, процедур реконструкции треков частиц. Рассматривается проект модернизации Внутренней Трековой Системы, который предполагает создание новой ВТС с использованием МАПС детекторов нового поколения.

Третья глава посвящена результатам изучения радиальной зависимости адронных струй, содержащих тяжелые кварки. Анализ был выполнен для событий неупругого pp-взаимодействия, зарегистрированных детектором ALICE в период 2016-18 гг. Целью анализа являлась проверка предположения о том, что расстояние адрона, содержащего с-кварк, до оси струи может дать информацию о механизме образования струи. Полученные данные о радиальных зависимостях для струй, содержащих Λ_c^+ – барионы и D^0 – мезоны, дополнили существующие результаты в этой области и позволяют расширить будущую

программу исследований. Данная глава является наиболее обширной по представленному материалу.

В четвертой главе приведены результаты анализа возможного парного рождения D^0 -мезонов в pp - столкновениях для того же массива событий, что и в радиальном анализе. Хотя поиск корреляций на данной выборке не дал убедительных результатов вследствие недостаточной статистики, данное исследование будет хорошим аргументом для включения изучения парного рождения очарованных мезонов в дальнейшую программу эксперимента ALICE.

Пятая глава посвящена экспериментальному изучению характеристик новых детекторов МАПС (монолитных активных пиксельных сенсоров) для модернизированной внутренней трековой системы, которая играет важнейшую роль при реконструкции треков частиц, содержащих тяжелые кварки. Автором проведена большая работа по тестированию новых МАПС детекторов, которая включала в себя проверку системы питания, цифровое и пороговое сканирование, изучение шумовых срабатываний, измерения со стронций - иттриевым источником электронов ^{90}Sr - ^{90}Y , проверку работы системы охлаждения и температурные измерения.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе.

По представленной работе можно сделать некоторые **замечания**.

1) Возможно, следовало бы более подробно описать измерения характеристик МАПС детекторов с источником бета-электронов ^{90}Sr - ^{90}Y . В частности, пояснить, что понимается под "функцией отклика пиксельных сенсоров при воздействии на них ионизирующих излучений", привести характерные значения ожидаемых ионизационных потерь dE/dx для используемого источника ^{90}Sr - ^{90}Y и частиц, регистрируемых при столкновении пучков. Эти дополнения помогли бы лучше понимать читателю возможности использования МАПС в других задачах.

2) В тексте диссертации присутствует допустимое количество опечаток (например, стр. 6, 9, 38, 40, 90, 94). Вызывает некоторое удивление нумерация рисунков на английском языке, как Figure X.Y, с последующей подписью на русском языке в русскоязычной версии диссертации.

Отмеченные недостатки не меняют в целом **положительной оценки** диссертационной работы Т.В. Лазаревой. В работе получены важные результаты, среди которых можно выделить следующие:

1. Впервые получены экспериментальные данные по радиальным зависимостям в адронных струях, содержащих Λ_c^+ -барион и D^0 -мезон и измерено их отношение. Установлено, что поведение радиальных зависимостей сильно зависит от диапазона поперечных импульсов адронов и струй. Важно, что полученные результаты указывают на чувствительность исследуемой радиальной зависимости к процессам образования адронов из сильновзаимодействующей материи.

2. Выполнена большая работа и накоплен существенный опыт работы с новыми МАПС детекторами, которые будут использоваться во внутренней трековой системе эксперимента ALICE. Важно, что данные детекторы могут быть использованы в других экспериментальных установках, в первую очередь на установках коллайдера NICA в Дубне, а также в ядерной медицине и в других прикладных задачах.

В целом диссертация производит положительное впечатление, она выполнена на высоком научном уровне и написана хорошим русским языком. Основные результаты диссертационной работы являются оригинальными и получены впервые. Они известны специалистам и опубликованы в ведущих физических журналах. Стоит отметить, что Т.В. Лазарева, работая в коллаборации AALICE, уже имеет 170 публикаций, на которые более 4000 ссылок, ее индекс Хирша $h=40$.

Диссертация Лазаревой Татьяны Валерьевны на тему: «Исследование выходов адронов, содержащих тяжелые кварки, в ультрарелятивистских 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
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
заведующий Отделом
Петербургского института ядерной физики
НИЦ "Курчатовский институт"

Rephrased

А.В. Дербин
10 марта 2023 г.

Подпись А.В. Дербина заверяю
Ученый секретарь ПИЯФ НИЦ КИ,
кандидат физико-математических наук



С.И. Воробьев