

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Новикова Юрия Николаевича 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 физике адронов, содержащих тяжелые кварки, возникающих в столкновениях на Большом Адронном Коллайдере (БАК) в ЦЕРНе (Женева). Данное исследование, выполненное на установке ALICE, направлено на изучение процессов адронизации материи при ультрарелятивистских столкновениях ядер, ускоряемых в коллайдере. Тема и способ исследований на БАК- этом флагмане современной физики высоких энергий -уже сами за себя говорят об актуальности и новизне проблемы. Существующие в настоящее время теоретические модели механизмов адронизации материи не позволяют в полной мере описать данные, получаемые в эксперименте, которые, в свою очередь, нуждаются в существенных уточнениях. Это требует как расширения самого диапазона наблюдаемых величин, так и совершенствования методов сбора и обработки данных. Одним из наиболее многообещающих методов исследования процессов адронизации является изучение выходов продуктов столкновения, содержащих тяжелые кварки. Такие частицы рождаются в первые микросекунды после столкновений и несут в себе практически неискаженную информацию о процессе зарождения и эволюции адронной среды. В адронных струях, состоящих из потока адронов, сохраняются соотношения расстояний и импульсов между составляющими их частицами. Это позволяет получить информацию о начальной кинематике столкновения. В представленной диссертации основное внимание уделяется изучению радиальных зависимостей в адронных струях, содержащих очарованные кварки. В качестве исследуемой наблюдаемой величины используется радиальное расстояние между адроном, содержащим тяжелый кварк, и осью адронной струи, образовавшейся в процессе рождения данного адрона. Это сделано для двух типов адронов: D^0 -мезонов и Λ_c -барионов.

Диссертация состоит из Введения, пяти основных глав, Заключения и двух приложений, связанных единой логикой изложения.

В первой главе даётся описание основных теоретических аспектов физики частиц, содержащих тяжелые кварки. Подбор материала и подробный анализ использованных при написании литературных источников свидетельствует о глубоком внедрении автора работы в данную тематику.

Во второй главе дано общее описание экспериментальной установки ALICE, базирующейся на БАКе, с помощью которой были получены данные представленной диссертационной работы. Описаны методы сбора, анализа и обработки информации. Приводится мотивация необходимой модернизации экспериментальной установки, в

частности, целевого усовершенствования Внутренней Трековой Системы эксперимента ALICE, в которое напрямую вовлечена группа из СПбГУ.

В третьей главе диссертации описаны методика и результаты анализа конкретных данных эксперимента ALICE для исследования радиальных зависимостей в адронных струях, содержащих тяжелые кварки. В этой главе сконцентрированы основные физические результаты исследований. Достоверность полученных результатов обеспечивается единой методикой анализа данных, учитывающей возможные флуктуации и систематические ошибки. Процедура анализа данных для D^0 -мезонов и Λ_c -барионов была одинаковой. Отметим здесь, что данные о радиальных зависимостях, полученные автором диссертации, были приняты коллаборацией в качестве официальных результатов ALICE. Они представлены на международных конференциях и опубликованы.

Четвертая глава диссертации посвящена разработке нового метода исследования процессов адронизации материи при помощи корреляций рождения пары частица-античастица, содержащих тяжёлый кварк. Анализ данных, направленный на выделение сигнала от рождения пары, показал, что полученные в эксперименте ALICE с 2016 по 2018 год данные, не обладают достаточной статистикой для изучения этого процесса. Это обстоятельство служит хорошим триггером в пользу необходимости модернизации установки ALICE, и в первую очередь, в части усовершенствования трековой системы, о которой речь идёт в следующей главе.

В пятой главе приводятся результаты исследования Монолитных Активных Пиксельных Сенсоров (МАПС) для модернизированной Внутренней Трековой Системы (ВТС) эксперимента ALICE. Мотивация необходимости увеличения эффективности регистрации была продемонстрирована в анализе экспериментов с частицами, содержащими тяжёлые кварки, которые обсуждались в предыдущих главах. Данная глава содержит большое количество технических подробностей, отражающих не только широкую осведомленность, но и личную вовлеченность автора в повседневный рабочий процесс исследования. Модернизация ВТС, в которой, как уже отмечалось, имеется и личный вклад автора диссертации, позволяет расширить круг экспериментальных работ на установке ALICE. Этот факт свидетельствует о большой практической значимости проведённых автором исследований.

Таким образом, результаты представленной диссертации имеют как научную, так и практическую ценность. Обе эти стороны характеризуются высоким научным уровнем. Диссертация написана хорошим языком и легко читается. Главы диссертации хорошо связаны между собой логически. Результаты диссертации апробированы на международных научных конференциях и семинарах, а также опубликованы в журналах, индексируемых наукометрическими базами данных WoS, Scopus и РИНЦ.

В то же время, в работе имеются недоработки, и она не лишена недостатков:

1. Не получило ясного объяснения, почему акцент в анализе сделан на исследовании радиальных зависимостей.
2. Не акцентирован в нужной степени вклад автора в полученные результаты, которые выносятся на защиту. Они представлены в Заключение, однако читателю предлагается «по умолчанию» приписать их автору.
3. Не ясно, почему мертвое время имеет размерность в процентах. Например, на стр. 30 указано, что мёртвое время считывания составляет 100%.
4. Подписи к некоторым рисункам недостаточно полно их описывают.

5. Расшифровка индексов в формуле (3.2.1) содержит опisku.
6. При тестировании аппаратуры некоторые пороговые величины приводятся без объяснения их выбора. Например, почему ток при наличии обратного смещения на детекторе не должен превышать именно 15мА? (стр. 83)

Однако указанные выше замечания ни в коей мере не умаляют значимости основных результатов диссертации Т.В. Лазаревой. Автором выполнен большой объем работы на высоком научном уровне, соответствующем мировому. Данная диссертация представляет собой хороший задел для будущих авангардных исследований в фундаментальной физике. Английский вариант текста в целом соответствует русскому.

Диссертация Лазаревой Татьяны Валерьевны на тему: «Исследование выходов адронов, содержащих тяжелые кварки, в ультррелятивистских 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,
профессор СПбГУ

Ю.Н. Новиков

14 марта 2023 года