

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.15. Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий Лазаревой Татьяны Валерьевны «Исследование выходов адронов, содержащих тяжелые кварки, в ультрарелятивистских столкновениях в эксперименте ALICE на Большом Адронном Коллайдере».

Работа Лазаревой Т.В. посвящена исследованиям процессов рождения адронов, содержащих тяжелые кварки в эксперименте ALICE на Большом Адронном Коллайдере (БАК). В экспериментах на БАК при столкновении тяжелых ионов исследуется так называемая кварк-глюонная материя или кварк-глюонная плазма (КГП). Такое состояние вещества может возникнуть, если система адронов достигнет высокой плотности или температуры, с последующим фазовым переходом в состояние деконфайнмента. И главный научный интерес здесь заключается в том, что необходимо ответить на вопрос, как происходит переход КГП в газ, в котором формируются уже связанные адроны. При изучении свойств КГП большую роль играют адроны, которые имеют в своем составе тяжелые кварки (тяжелые ароматы). Взаимодействуя со средой КГП, такие адроны сохраняют свои массу, аромат и цвет. Вероятность образования этих частиц, будет зависеть от того, в какой фазе находится сильно взаимодействующая ядерная материя. Однако, многие адроны, содержащие тяжелые кварки, имеют очень малое время жизни и короткий пробег в веществе. Высокоэффективная регистрация таких короткоживущих продуктов ядро-ядерных взаимодействий с использованием вершинного кремниевого детектора позволит прецизионно идентифицировать и реконструировать треки заряженных частиц, возникающих при распаде этих адронов. Поэтому для реконструкции треков заряженных частиц содержащих тяжелые ароматы в эксперименте ALICE на БАК был разработан и создан новый вершинный детектор - внутренняя трековая система (ВТС). С помощью новой ВТС будут проведены экспериментальные исследования на пучках БАК

(после его модернизации) в 2022–2024 гг., когда светимость коллайдера будет увеличена почти на порядок. Используя новую ВТС будут зарегистрированы частицы, возникающие при распаде адронов, содержащих тяжелые кварки, исследованы корреляции их наблюдаемых величин, а также исследованы процессы поведения тяжелых ароматов внутри адронных струй (джет). Эти исследования и для столкновений протонов, и для столкновений тяжелых ионов, включены физические программы ряда крупных экспериментов физики высоких энергий: ALICE, CMS, STAR.

Поэтому в представленной диссертации были изучены радиальные зависимости адронных струй, содержащих тяжелые кварки. Продвижение исследований в область физики тяжелых кварков, требует детального изучения процессов адронизации и включения новых наблюдаемых даже для сравнительно простых протон-протонных систем столкновений. Это позволит дополнить уже имеющуюся информацию и объяснить новые эффекты, возникающие при анализе экспериментальных результатов. В прикладной части работы в качестве объекта исследований были выбраны модули пиксельных детекторов - Монолитные Активные Пиксельные Сенсоры (на основе КМОП технологии), которые составляют основу новой ВТС эксперимента ALICE. Необходимо отметить, что использование этих детекторов важно не только для решения фундаментальных ядерно-физических задач, но имеет большое значение при создании современных детекторных комплексов для ядерной медицины. Поэтому актуальность темы не вызывает сомнений, а ее результаты представляют большой практический интерес.

Лазарева Т.В. освоила теоретический формализм и ряд теоретических моделей, применяемых в области физики тяжелых ароматов. Также она освоила методики анализа экспериментальных данных и разработала ряд алгоритмов, позволивших провести анализ радиальных зависимостей в адронных струях, содержащих очарованные кварки для экспериментальных данных, полученных в эксперименте ALICE с 2016 по 2018 год. В итоге, впервые обнаружены и исследованы радиальные зависимости в адронных струях, содержащих $\Lambda_c^+ -$

барион. Впервые получено отношение радиальных зависимостей для адронных Λ_c^+ -барион к струям, содержащим D^0 -мезон.

Лазарева Т.В. проводила эксперименты по изучению характеристик новейших ядерно-физических детекторных комплексов на основе МАПС. Она изучила принципы работы таких детекторов, их систему сбора и обработки информации, освоила методику работы с этими детекторами на экспериментальных стендах. Были проведены исследования характеристик детекторных сборок (внешние слои) новой ВТС эксперимента ALICE: шумовых характеристик детекторов МАПС, исследования функции отклика пиксельных сенсоров при воздействии на них ионизирующего излучения, исследования температурных характеристик сборок детекторов.

Работа состоит из пяти глав, введения, заключения и двух приложений. Диссертация написана хорошим языком, не перегружена специальными обозначениями. Рисунки выполнены аккуратно и существенно облегчают ее чтение. Выводы соответствуют основным результатам работы.

Работа лишена серьезных недостатков, однако отмечены следующие недочеты:

1. Для ряда результатов, полученных при проведении исследований характеристик детекторных сборок на основе МАПС не отражено влияние отклонений этих характеристик от рабочих значений, на экспериментальные результаты, которые будут получены в эксперименте ALICE при столкновении тяжёлых ионов.

2. В работе замечены стилистические ошибки и необоснованное использование англицизмов.

Несмотря на это работа заслуживает высокой оценки. Считаю, что данная работа носит исследовательский характер, в ней четко сформулированы актуальность, цель и проблемы, объект, предмет и методика исследования, отражена научная значимость полученных результатов. В диссертации отражены актуальные проблемы теоретического и практического характера. В списке литературы восемьдесят два наименования, которые достаточно полно

отражают затрагиваемую в главах тематику и современное состояние дел в этой области.

Работа Лазаревой Татьяны Валерьевны «Исследование выходов адронов, содержащих тяжелые кварки, в ультрарелятивистских столкновениях в эксперименте ALICE на Большом Адронном Коллайдере» вполне соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям по научной специальности 1.3.15. Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий, а ее автор Лазарева Т.В. заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доцент кафедры ядерно-физических методов исследования СПбГУ

Жеребчевский В.И.

28.03.2022 г.

