ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физ.-мат. наук Смирновой Лидии Николаевны на диссертацию Кутова Андрея Яковлевича на тему «Измерение топологических сечений в pp-взаимодействиях в области большой множественности заряженных частиц при 50 ГэВ на установке СВД-2» по специальности 01.04.23 - физика высоких энергий на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация Кутова Андрея Яковлевича посвящена измерению топологических сечений во взаимодействиях протонов с энергией 50 ГэВ с протонами мишени при больших значениях множественности заряженных частиц в событии. Эксперимент выполнен на ускорителе ИФВЭ в г. Протвино с помощью установки Спектрометр с вершинным детектором (СВД-2).

Актуальность исследований определяется выполнением измерений в новой области значений множественности событий, которая не достигалась в ранее выполнявшихся экспериментах. Выполнение измерений, результаты которых представлены в диссертации, потребовало существенного увеличения статистической обеспеченности измерений и применения **новых методов детектирования взаимодействий**. Суть этих методов состоит в использовании прецизионных кремниевых микростриповых детекторов в вершинной части установки и специального триггера для отбора событий с большой множественностью заряженных частиц. Автором диссертации были созданы компьютерные программы реконструкции треков, позволившие впервые определить топологические сечения для множественностей заряженных частиц от 18 до 24. Это обеспечило **новизну полученных в диссертации результатов**.

Значимость результатов по измерению топологических сечений с области большой множественности заряженных частиц n определяется тем, что позволяет продвинуться в область очень больших значений переменной относительной множественности $z = n/\langle n \rangle$, где возможен вклад новых процессов взаимодействия частиц. Ранее таким образом был обнаружен вклад жестких процессов в адронных взаимодействиях. На Большом адронном коллайдере (БАК) в области больших множественностей проявляется вклад сопутствующих событий как нового процесса, сопровождающего жесткие рассеяния партонов. Можно отметить также открытие «ридж»-эффекта в протонных взаимодействиях большой множественности на БАК. Относительно небольшая энергия взаимодействий в рассматриваемой работе не позволяет ожидать заметного вклада жестких процессов и применять для описания процессов теорию возмущений квантовой

хромодинамики (КХД). Это характерная область применения непертурбативных моделей. Продвижение в новую область значений множественности позволяет ожидать проявления новых закономерностей в процессе множественного рождения частиц. Это было отражено в проекте «Термализация», реализацией которого являются измерения, представленные в диссертации А.Я.Кутова.

Достоверность результатов обоснована современными методами детектирования частиц, высокой статистикой накопленных событий, современными программными средствами моделирования и расчетов, использованных при создании алгоритмов реконструкции событий и анализа результатов.

Практическая ценность результатов диссертации А.Я.Кутова состоит в том, что новые данные, полученные в ней, позволяют провести проверку моделей непертурбативных процессов КХД для множественного образования частиц. Результаты диссертации могут быть использованы при анализе процессов, регистрируемых на БАК и других экспериментальных установках, в первую очередь на строящемся в г.Дубна коллайдере НИКА.

Диссертация состоит из пяти глав и заключения. Первая глава содержит введение в тему диссертации, обоснование актуальности работы. Во второй главе приведено описание экспериментальной установки СВД-2. В третьей главе описан разработанный автором метод реконструкции координат точек от прохождения частиц и на их основе реконструкции треков частиц. Четвертая глава посвящена методу отбора событий при облучении установки протонами с энергией 50 ГэВ. В пятой главе представлена процедура анализа собранных данных и получения результатов измерения топологических сечений для множественностей n от 10 до 24. Заключение содержит основные результаты, вынесенные автором на защиту. Приведен список 11 опубликованных работ по материалам диссертации, обеспечивающих **полноту публикации работы и полученных результатов.**

Достоинством диссертации является экспериментальный характер результатов, полученный в области параметров, не достижимых ранее, и позволяющий их использование для проверки различных моделей взаимодействия адронов.

Достижением диссертации является создание алгоритмов реконструкции событий в вершинном полупроводниковом детекторе установки СВД-2. Автору диссертации удалось найти метод совместить результаты СВД-2 с данными, полученными на

пузырьковой жидководородной камере «Мирабель», т.е. сочетать в анализе два принципиально разных метода регистрации взаимодействий.

Основные результаты диссертации состоят в следующем:

- Разработаны эффективный алгоритм и программное обеспечение для реконструкции вершин взаимодействия и треков в вершинном детекторе установки Спектрометр с вершинным детектором (СВД-2) на ускорителе ИФВЭ (г. Протвино), обеспечивающие надежное распознавание треков в событиях большой множественности. Достигнуты эффективности 97% и 92% для значений множественности 16 и 24, соответственно.
- Измерены топологические сечения для взаимодействий протонов с импульсом 50 ГэВ/с с протонами для множественностей заряженных частиц от 10 до 24, причем сечения для множественностей от 18 и выше получены впервые.
- Детальное сравнение полученного распределения по множественности заряженных частиц с предсказаниями моделей позволило установить, что наилучшее описание данных достигается в модели глюонной доминантности, где рождение большого числа частиц происходит за счет глюонов.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. В описании процесса дифракционной диссоциации налетающего протона на стр.10 автор не ввел условия когерентности как необходимого для осуществления процесса и соответственно не привел требования малости переданного мишени импульса для его реализации.
2. При описании дрейфового трекера установки не указан тип активной газовой смеси.
3. Физическая картина процессов при больших множественностях заряженных частиц была бы более полной при использовании в анализе данных электромагнитного калориметра, характеризующих вклад нейтральных пионов в событиях. Даже качественная оценка их присутствия позволила бы сделать вывод о возможном рождении «кентавров», т.е событий без нейтральных пионов, наблюдавшихся ранее в космических лучах.

Указанные замечания не снижают высокого качества проведенных исследований.

Личный вклад автора не вызывает сомнений.

Автореферат отражает содержание диссертации.

Результаты, полученные автором диссертации, могут быть использованы при проведении, планировании и анализе экспериментов как в нашей стране в Национальном Исследовательском Центре «Курчатовский институт», ОИЯИ, ФИАН, НИИЯФ МГУ, ИЯИ РАН, так и за рубежом.

Таким образом, диссертация Андрея Яковлевича Кутова на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены достоверные и научно-обоснованные результаты, использование которых вносит значительный вклад в развитие научного потенциала страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент
профессор, доктор физ.-мат. наук Л.Н. Смирнова

Смирнова Лидия Николаевна,
доктор физ.-мат. наук, профессор Физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
119234, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, Дом 1, строение 2, Физический факультет,
тел. (495)939-16-82,
Lidia.Smirnova@cern.ch

Подпись Смирновой Л.Н. заверяю:

Декан физического факультета МГУ
Профессор Н.Н. Сысоев
22 ноября 2016 г.