

свойствам физического вакуума и проблеме невылетания цвета (конфайнмент). Так как КГП является только промежуточной формой сильновзаимодействующей материи с характерным временем жизни порядка нескольких фм/с, то методы ее детектирования, а в особенности, определения характеристик фазового перехода является весьма нетривиальной задачей.

Новизна и оригинальность исследования определяется тем, что впервые в мире в эксперименте NA49 была выполнена программа энергетического сканирования (energy scan) – исследование энергетической зависимости выходов странных частиц, пионов, античастиц, а также их отношений в диапазоне энергий столкновения от 20 до 158 ГэВ на нуклон. Для изучения многочастичных адронных состояний в Pb+Pb столкновениях был создан уникальный детектор, некоторые характеристики которого остаются рекордными даже сейчас, - к примеру, разрешение 4% по измерению ионизационных потерь, а также временное разрешение около 70 пс для времяпролетной системы, созданной в Дубне при непосредственном участии В.И. Колесникова. Более того, практически все экспериментальные данные по выходам частиц в столкновения Pb+Pb получены впервые, причем охват по фазовому пространству (быстрота и поперечный импульс) для ряда наблюдаемых частиц (каоны, пионы, легкие ядра) до сих пор остается недостижимым в других экспериментах.

Достоверность результатов за прошедшее время неоднократно проверялась измерениями в других экспериментах при похожих условиях, в диссертационной работе приводятся сравнения полученных автором результатов в данными более поздних экспериментов на ускорителе RHIC.

Диссертационная работа В. И. Колесникова общим объемом в 191 страницу состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, и списка цитируемой литературы из 204 наименований.

Во введении приводится краткий обзор современного состояния экспериментальных исследований в реакциях с релятивистскими ядрами, а также сформулированы основные проблемы в теоретическом описании свойств КХД материи при экстремальных условиях. В этом же разделе обосновывается актуальность темы исследования, указаны основные цели исследования, отмечается методология и научная ценность работы. Затем описывается содержание диссертации и перечисляются все выносимые на защиту положения.

Первая глава посвящена описанию детектора NA49 в ЦЕРН. Вначале представлены основные характеристики экспериментальной установки и представлены ее составные части. На основе подробного профессионального анализа экспериментальных условий в ядро-ядерных столкновениях представлена разработанная концепция времяпролетной системы на основе

сцинтилляционных счетчиков. Ее особенностью является использование 890 быстрых сцинтилляторов небольшого размера с оптимизированным светоприемником на основе фотоумножителя российского производства ФЭУ-87. Выбранная и успешно реализованная концепция позволила получить требуемое значение временного разрешения системы. Для контроля параметров системы времени пролета в процессе набора данных автором был разработан ряд программных средств, принципы и результаты работы которых также освещены в первой главе.

Вторая глава посвящена описанию набора процедур для анализа экспериментальных данных. Требуемые характеристики детектора по идентификации частиц по времени пролета могут быть достигнуты только при условии тщательной калибровки времяпролетного детектора, за разработку и реализацию которой в эксперименте В.И. Колесников отвечал. В результате предложенных оптимальных критериев качества отбора событий и треков, а также множества тщательных коррекций было получено усредненное по всем сцинтилляционным счетчикам временное разрешение порядка 75 пикосекунд для системы из 890 сцинтилляционных счетчиков, что является очень хорошим результатом. Достигнутое временное разрешение позволило проводить идентификацию заряженных частиц всех типов в большой доле фазового пространства в диапазоне импульсов от единиц ГэВ/с до 15 ГэВ/с. В этой же главе подробно описаны разработанные методы коррекции выходов частиц на основе экспериментальных данных и результатов моделирования.

В третьей главе приводятся основные результаты по исследованию выходов заряженных пионов, каонов, и (анти)протонов в реакциях столкновения ядер свинца при 5-ти энергиях столкновения. Полный диапазон энергий реакции (20А-158А ГэВ) позволил изучить энергетическую зависимость выходов заряженных пионов, каонов, а также их отношений. Была экспериментально подтверждена предсказанная ранее для случая фазового перехода значительная не-монотонность в отношении K^+/π^+ и постоянство величины параметра наклона спектров по поперечной массе. Более того, исследовалась зависимость выходов мезонов от центральности столкновения для 2-х энергий реакции, - были получены и проанализированы распределения по поперечному импульсу и плотности частиц на единицу быстроты в нескольких бинах по центральности. Проведен сравнительный анализ рождения протонов, антипротонов и анти-Лямбда гиперонов в зависимости от энергии и центральности столкновения, представлены подробные результаты по инвариантным спектрам и быстротным

распределениям для протонов и антипротонов в центральных Pb+Pb столкновениях.

Четвертая глава посвящена изучению рождения легких ядер дейтерия, трития, гелия-3, и антидейтронов в Pb+Pb столкновениях. В частности, приводятся результаты анализа сравнительного выхода ядер трития к гелию-3 в зависимости от поперечного импульса при нескольких энергиях столкновения, представлены данные по быстротным распределениям для ядер, представлены результаты анализа зависимости формы распределения по быстрой для ядер с атомным массовым числом $A=2,3$ в зависимости от энергии столкновения и числа A . Значительный охват по фазовому пространству позволил впервые в мире получить значения полных выходов для ядер d и ${}^3\text{He}$, подробно изучена энергетическая зависимость полных выходов, а также получена зависимость выходов от массового числа для нуклонных кластеров. Проведено сравнение экспериментальных данных с моделями. Кроме этого, в четвертой главе представлены результаты изучения зависимости выхода дейтронов и антидейтронов от центральности столкновения в Pb+Pb реакциях при энергии 158А ГэВ. Используя коалесцентный подход был проведен подробный сравнительный анализ протонов и дейтронов, а также их античастиц. На основе анализа данных показано, что размеры источников частиц для ядер и антиядер совпадают в пределах ошибок измерения.

В Заключение перечислены основные результаты, полученные в диссертационной работе.

Оценивая диссертацию в целом следует подчеркнуть, что она представляет собой исследование высокого уровня, так как в ней впервые проведен анализ чрезвычайно широкого круга наблюдаемых, принципиально важных для исследования свойств сильновзаимодействующей материи при экстремальных условиях. Более того, автором был разработан ряд экспериментальных методик для калибровок и коррекции времяпролетной информации, а также идентификации частиц в событиях большой множественности, которые могут быть использованы в планируемых новых экспериментах по $A+A$ столкновениям, например, в проекте НИКА в Дубне.

В качестве недостатков следует отметить наличие некоторого количества опечаток, которые не влияют на качество результатов, полученных в диссертации и высокую оценку диссертационной работы.

Диссертационная работа В.И. Колесникова прошла широкую апробацию, ее основные результаты неоднократно представлялись на международных конференциях в России и за рубежом. По теме диссертации

опубликовано 15 работ, которые указаны автором в автореферате и тексте диссертации.

Содержание диссертации соответствует указанной специальности, а текст автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация В.И. Колесникова «Изучение рождения $\pi^{+/-}$, $K^{+/-}$, протонов, антипротонов, легких ядер (d , t , ${}^3\text{He}$), и антидейтронов в столкновениях $\text{Pb}+\text{Pb}$ при энергиях от 20 до 158 ГэВ на нуклон» отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц.

Отзыв составила д.ф.-м.н., зав. Лабораторией элементарных частиц Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), г. Москва Наталья Геннадьевна Полухина.

Отзыв на диссертацию, подготовленный д.ф.-м.н. Полухиной Н.Г., рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН 26 сентября 2017 г., протокол № 58.

Председатель Ученого совета

Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН,

д.ф.- м.н., профессор

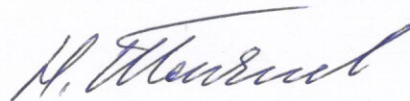


О.Д. Далькаров

Секретарь Ученого совета

Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН,

к. ф.-м. н.



Н.П. Топчиев