

Б-811



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1-95-21

На правах рукописи
УДК 539.172.1
539.172.8

БОНДАРЕВ
Владимир Константинович

ДЕТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КУМУЛЯТИВНОГО
РОЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ π^+ , π^- , K^+ , p , d
НА ПУЧКАХ ПРОТОНОВ И ЯДЕР

Специальность: 01.04.16 — физика ядра и элементарных
частиц

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук

Дубна 1995

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий
Объединенного института ядерных исследований

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, Леонид Степанович
профессор АЖГИРЕЙ

доктор физико-математических наук, Анатолий Васильевич
профессор ЕФРЕМОВ

доктор физико-математических наук, Юрий Тимофеевич
старший научный сотрудник КИСЕЛЕВ

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, г.Москва

Защита диссертации состоится "___" _____ 1995 года в "___" часов
на заседании специализированного совета Д-047.01.02 при Лаборато-
рии высоких энергий Объединенного института ядерных исследований,
г.Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Автореферат разослан "___" _____ 1995 г.

Ученый секретарь

Специализированного совета

М.Ф. Лихачев

М.Ф. Лихачев

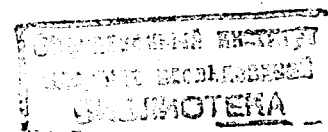
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Исследования кумулятивного рождения частиц, т.е. частиц, рождение которых запрещено законами сохранения в столкновениях свободных нуклонов, являются важным источником информации о характере взаимодействия и внутренней структуре сталкивающихся объектов, одним из которых обязательно должно быть ядро. В таких столкновениях возникают частицы с импульсами, которым соответствуют значения масштабной переменной x , существенно превышающие единицу. Физически это означает участие в процессе взаимодействия объекта, масса которого превышает массу одного нуклона. Свойства такого образования изучаются при фрагментации ядер в различного вида кумулятивные частицы под воздействием разнообразных по энергии и типу первичных частиц, из которых наиболее предпочтительными считаются лептоны, однако малость константы взаимодействия в последнем случае ставит серьезные проблемы при экспериментальном наблюдении частиц с большими значениями x .

Исследование кумулятивных процессов обнаружило подобие спектров кумулятивных частиц π^\pm , K^\pm , p , \bar{p} , d , t , ${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$ на разных ядрах, универсальную величину параметра наклона спектров в функции масштабной переменной x со средним значением $\langle x \rangle \simeq 0,14$ (в первом приближении), усиленную A -зависимость сечений пионов ($\sigma_{\text{инвар.}} \sim A$), отличие в поведении сечений на легких и тяжелых ядрах, изотопический и изотонический эффекты в поведении сечений.

Универсальность основных характеристик кумулятивного рождения, которая проявилась в широких диапазонах начальных энергий и фрагментирующих ядер, привела к понятию кварк-партоновой структурной фун-



кции ядра ¹, определяющей взаимодействия релятивистских ядер через индивидуальные столкновения кварков.

Цель работы

Подавляющая часть экспериментальных данных по кумулятивному рождению частиц получена на пучках протонов в интервале энергий 1÷400 ГэВ. Систематические и статистически обеспеченные данные на других пучках довольно фрагментарны. Настоящая работа посвящена исследованию кумулятивного рождения частиц на пучках протонов и ядер в единых экспериментальных условиях, в которых решались следующие задачи:

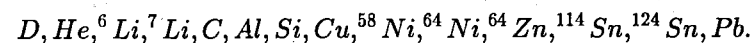
- Детальное изучение А-зависимости сечений рождения вторичных частиц на пучках протонов и ядер с привлечением широкого набора фрагментирующих ядер-мишеней, включая области легких, средних и тяжелых ядер. Акцент на изучении именно А-зависимости сечений основан на подобии энергетических спектров для различных ядер.
- Исследование энергетической и А-зависимости сечений на изотопически обогащенных ядрах никеля, цинка и олова на пучке протонов с импульсом, вдвое большим импульса на нуклон используемых ядерных пучков.
- Сравнение характеристик кумулятивного рождения частиц в протон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействиях.
- На основе проведенных исследований выяснение наиболее интересных аспектов для постановки корреляционных экспериментов.
- Анализ полученных результатов как в сравнении с имеющимися лите-

¹А.М.Балдин.// Proc. of the Int. Conf. on Extreme States in Nuclear Systems, Dresden, 1980, v.26 p.1

ратурными данными, так и с теоретическими представлениями о процессах кумулятивного рождения при взаимодействиях частиц высоких энергий и ядер с ядрами.

Научная новизна работы

Впервые проведены систематические исследования А-зависимости сечений кумулятивного рождения частиц π^+ , π^- , K^+ , p , d на пучках протонов, дейтронов, ядер гелия и углерода с импульсами на нуклон 4,5 ГэВ/с на большой группе ядер



Измерения проведены для фиксированного импульса вторичных частиц 0,5 ГэВ/с под углом 120°. На пучке протонов с импульсом 8,9 ГэВ/с впервые измерена энергетическая и А-зависимости сечений π^\pm , p , d на разделенных изотопах никеля, цинка и олова в интервале импульсов 0,3 – 0,7 ГэВ/с. Определены параметры наклонов спектров в характерных для кумулятивного рождения представлениях. Установлено, что поведение сечений подобно на пучках протонов и ядер, обнаружено детальное подобие в поведении сечений на разных пучках, отмечены корреляция сечений с ядерной плотностью в области легких ядер и корреляция сечений с плотностью зарядового распределения для средних и тяжелых ядер. Обнаружено, что сечения положительно заряженных частиц (π^+ , K^+ , p) коррелируют с относительным содержанием протонов фрагментирующих ядер, отрицательных (π^- -мезоны) — с содержанием нейтронов. Величины показателей степени А-зависимости сечений пионов, протонов и дейтронов растут при изменении массового числа снаряда (от водорода до гелия), после чего принимают постоянные значения, свои для каждой из частиц.

Научно-практическая ценность результатов

Подобие в поведении сечений на пучках протонов и ядер свидетельствует о едином механизме процесса генерации кумулятивных частиц. Более того, детальное подобие, отмеченное в рождении положительных и отрицательных частиц, связанное с относительным содержанием протонов и нейтронов в ядрах, может указывать на пространственное разделение их источников в момент генерации. Здесь может сказываться влияние электромагнитного поля налетающей частицы на исходное состояние ядер, которые, в свою очередь, могут изменять свое состояние при избыточном содержании нейтронов при фиксированном заряде. Обнаруженная в работе корреляция сечений кумулятивных частиц с плотностью ядер может указывать на определяющую роль ядерной плотности в формировании конфигураций (скоррелированные группы нуклонов, флуктоны, мультикварковые состояния), ответственных за генерацию кумулятивных частиц. Близкие величины отношений сечений π^+/π^- -мезонов на легком изоскалярном ядре (${}^6\text{Li}$) и ядре с большим содержанием нейтронов (Pb) ставят интересный вопрос о роли большого нейтронного избытка в ядрах. Непосредственное сравнение сечений на пучках протонов и ядер углерода не показывает роста сечений в A раз, что противоречит представлениям имеющихся моделей ядро-ядерных взаимодействий.

Полученные результаты дают вполне определенные ориентиры для проведения и планирования корреляционных экспериментов в ИТЭФ, ИФВЭ, ИЯИ, ЛНС, СЕВАФ на различных первичных пучках и в различных областях фрагментирующих ядер. Вся совокупность данных настоящей работы является хорошим критическим тестом как для теоретических моделей кумулятивного рождения частиц, так и для моделей адрон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействий при высоких энергиях.

Апробация работы

Результаты и выводы диссертационной работы докладывались на семинарах ЛВЭ ОИЯИ, проблемных семинарах и рабочих совещаниях по физике высоких энергий: Нор-Амберд, 1988 г. (Армения), Алма-Ата, 1989 г., Ленинград, 1990 г., Владивосток, 1991 г., на Международных конференциях по проблемам физики высоких энергий в Дубне (1984, 1986, 1990, 1992 гг.), Пиаски, 1993 г. (Польша), Новый Свет, 1993 г. (Украина), Варна, 1994 г. (Болгария), Кошице, 1994 г. (Словакия).

Объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения и приложения. Содержит 125 страниц текста, включая 20 рисунков и 37 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 111 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении содержится краткая информация относительно свойств кумулятивных процессов, отмечается актуальность этих исследований в связи с данными по глубококонечному рассеянию лептонов на ядрах и проблемой получения кварк-глюонной плазмы в столкновениях релятивистских ядер, формулируется цель работы и условия выполнения, представлен план диссертации.

В первом разделе излагается история вопроса и основные закономерности, установленные в исследованиях по кумулятивному рождению частиц к настоящему времени. Энергетические спектры кумулятивных частиц подобны на разных ядрах, это подобие имеет место в широком диапазоне начальных энергий и сохраняется вне зависимости от вида первичных частиц. Параметр наклона спектров в функции кинетической энергии частиц зависит от угла эмиссии, но имеет приблизительно одинаковое значение в функции масштабной переменной x или переменной

светового фронта α . Величины параметров наклона различны для областей легких и тяжелых ядер.

Сечение рождения пионов пропорционально массовому числу A фрагментирующих ядер и более высокой степени A для протонов и барионных фрагментов. Нормированные на нуклон ядра сечения различных частиц в функции массового числа фрагментирующих ядер демонстрируют универсальное поведение, которое характеризуется резким ростом в области легких ядер и приблизительным постоянством для тяжелых ядер. Выход на постоянный режим в поведении A -зависимости сечений начинается в области значений $A \approx 30$ для пионов и $A \approx 100$ для протонов. Независимость сечения рождения протонов от нейтронного избытка в ядрах и сечения рождения нейтронов от содержания протонов получила название изотопического и изотонического эффектов соответственно.

В угловых зависимостях сечений кумулятивного рождения частиц отмечаются нерегулярности вблизи значений $\Theta \approx 170^\circ \div 180^\circ$.

Во **втором разделе** описана экспериментальная установка ДИСК-2, представляющая собой спектрометр по времени пролета в сочетании с магнитным анализом вторичных частиц по импульсам. Установка работает на линии с ЭВМ. Для частиц, выделенных магнитом по заряду и импульсу, измеряется время пролета на двух базах, ионизационные потери в сцинтилляторах счетчиков, интенсивность черенковского излучения частиц. Совокупность измеренных величин образует пространство событий. Область в пространстве событий задается условием одновременного наблюдения значений координат события в заданных интервалах каждой из координат. Организация программы многомерного анализа позволяет в процессе обработки данных выделять события в различных многомерных областях и строить одномерные и двумерные проекции содержимого

этих областей на оси пространства событий. Анализ полученных распределений дает возможность оценить число событий определенного сорта, статистические характеристики спектров, оценить вклад случайных совпадений.

Описана процедура вычисления сечений через наблюдаемые величины и параметры установки и необходимых поправок (на взаимодействие вторичных частиц в веществе спектрометра, многократное рассеяние и торможение в мишени, распад нестабильных частиц; поправки, связанной с усреднением величины сечения по конечному интервалу регистрируемых углов и импульсов).

Установка позволяет вести одновременную регистрацию частиц π^\pm , K^\pm , p , \bar{p} и ядерных фрагментов d , t , ${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$. Импульсный интервал регистрации однозарядных частиц $0,15 - 1,6$ ГэВ/с, угловой диапазон составляет $49^\circ \div 180^\circ$. Импульсное разрешение спектрометра $\Delta p/p = 8\%$, величина аксептанса установки составляет $3,4 \cdot 10^{-5}$ стер. Выбор для исследования различных ядер-мишеней практически неограничен в диапазоне от водорода до урана.

Третий раздел содержит экспериментальные данные в виде рисунков и таблиц, а также необходимые комментарии, сопровождающие экспериментальный материал. A -зависимости сечений исследованных частиц на различных пучках представлены рисунками двух типов. В первом случае показано поведение сечений на всех ядрах, которые использовались в экспериментах, с целью демонстрации общей картины. Второй тип рисунков показывает A -зависимость сечений отдельно для легких и остальных ядер. Зависимость сечений в функции кинетической энергии представлена для пионов и протонов на ядре Pb в иллюстративных целях. Более полно энергетическая зависимость сечений представлена таблицей,

содержащей средневзвешенные значения параметров наклонов спектров в различных представлениях.

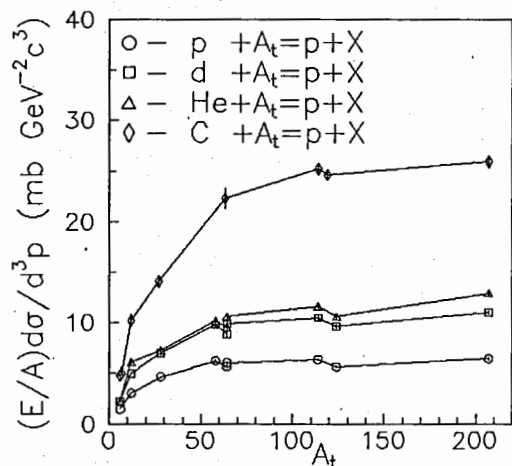


Рис. 1: A-зависимость сечений протонов на разных пучках.

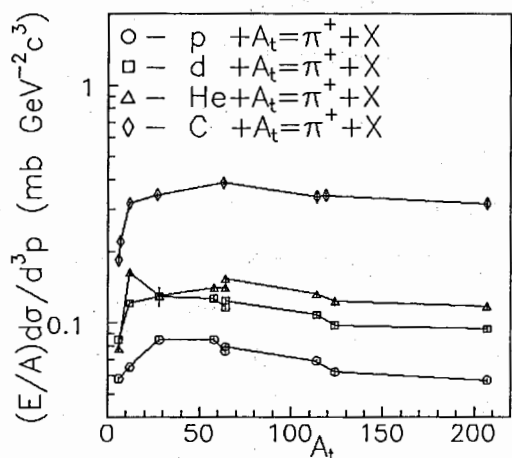


Рис. 2: A-зависимость сечений π⁺-мезонов на разных пучках.

В качестве иллюстрации на рис.1 и 2 показаны A-зависимости сечений пионов и протонов на пучках протонов и ядер с импульсами на нуклон 4,5 ГэВ/с, из которых видно подобное поведение сечений на разных

пучках во всем диапазоне фрагментирующих ядер. На рис.3 показана A-зависимость сечений на легких ядрах. Сплошная кривая на рисунке отображает поведение плотности для этих ядер, вычисленной по известным значениям зарядовых радиусов из выражения

$$\rho(A) = \frac{A}{\frac{4}{3}\pi(\frac{5}{3} \langle r^2 \rangle)^{\frac{3}{2}}}$$

Можно видеть, что имеется корреляция сечений с плотностью, которая максимально изменяется в этой области ядер. Сравнение отношений плотностей с отношениями сечений приводит к такому же выводу на количественном уровне. Аналогичная ситуация имеет место в случае протон-ядерных взаимодействий на вдвое большем импульсе первичных протонов и для угла эмиссии 180°. Однако в обоих случаях такая корреляция не наблюдается при переходе от ядра гелия к ядру лития, что может быть обусловлено особенностью структуры лития.

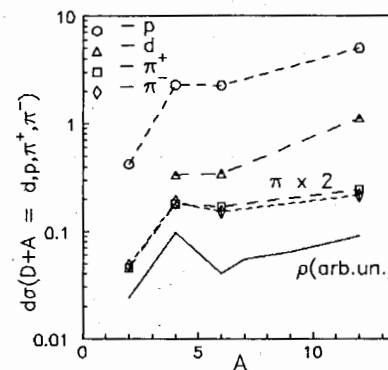


Рис. 3: A-зависимость сечений кумулятивных частиц в процессе $D+A \rightarrow c+\dots$ ($\theta = 120^\circ$).

В областях средних и тяжелых ядер, где плотность приблизительно постоянна, а изменяются зарядовые радиусы ядер, наблюдается детальное подобие в поведении сечений на изотопически обогащенных ядрах.

Эти результаты представлены в таблице 1 в виде отношений сечений на ядрах с различным содержанием нейтронов при одинаковых зарядах и на ядрах, которые содержат различные числа протонов и нейтронов при одинаковых массовых числах. Из данных таблицы видно, что на всех первичных пучках имеется корреляция сечений положительных и отрицательных частиц с относительным содержанием протонов и нейтронов в ядрах. Отношения сечений на тех же ядрах ведут себя подобным образом и на первичном пучке протонов с импульсом 8,9 ГэВ/с, где имеются данные для K^+ -мезонов.

Таблица 1. Отношения сечений (не нормированных на A) в разных процессах.

Процесс	$^{64}Ni/^{58}Ni$	$^{124}Sn/^{114}Sn$	$^{64}Zn/^{64}Ni$
p	$1,00 \pm 0,03$	$0,97 \pm 0,03$	$1,06 \pm 0,03$
$p+A \rightarrow \pi^+$	$0,98 \pm 0,03$	$0,98 \pm 0,03$	$1,04 \pm 0,03$
π^-	$1,22 \pm 0,03$	$1,17 \pm 0,03$	$0,90 \pm 0,03$
p	$0,99 \pm 0,04$	$1,00 \pm 0,03$	$1,12 \pm 0,04$
$D+A \rightarrow \pi^+$	$1,00 \pm 0,03$	$0,99 \pm 0,03$	$1,07 \pm 0,02$
π^-	$1,24 \pm 0,06$	$1,12 \pm 0,05$	$0,88 \pm 0,03$
p	$1,04 \pm 0,03$	$0,99 \pm 0,03$	$1,10 \pm 0,03$
$^4He+A \rightarrow \pi^+$	$1,10 \pm 0,05$	$1,01 \pm 0,05$	$1,09 \pm 0,05$
π^-	$1,40 \pm 0,12$	$1,14 \pm 0,06$	$0,95 \pm 0,09$

Подобие проявляется в поведении отношений сечений π^+/π^- -мезонов и p/π^+ на легком и тяжелом ядрах как на пучках протонов, так и на ядерных пучках. В первом случае эти отношения близки к единице, во втором — характеризуются постоянным уровнем, своим на каждом из ядер.

Непосредственное сравнение отношений сечений π^+/π^- -мезонов на

пучках протонов с импульсами 4,5 ГэВ/с и 8,9 ГэВ/с на одних и тех же ядрах показывает равенство этих отношений в пределах экспериментальных ошибок.

Еще один вид подобия во взаимодействиях протонов и ядер с ядрами обнаруживается в поведении показателя степени n A-зависимости сечений пионов, протонов и дейтронов. На рис.4 представлена зависимость показателя степени n от массового числа первичных пучков. Как видно из рисунка, значения n одинаковым образом изменяются с изменением массы снаряда.

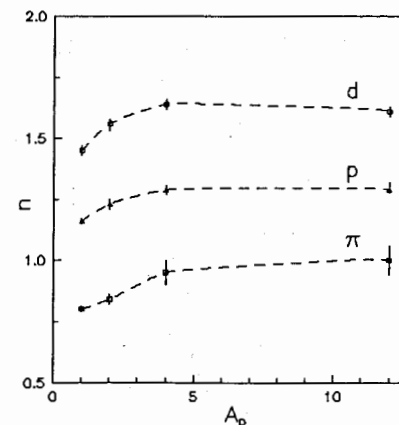


Рис. 4: Значения показателя степени n на разных пучках.

В четвертом разделе обсуждаются экспериментальные результаты диссертационной работы. Кратко суммируются основные моменты, которые следуют из экспериментальных данных, отмечается подобие в поведении сечений исследуемых частиц на различных пучках и детальное подобие, которое проявляется на изотопически обогащенных ядрах. Сравнение с результатами других работ, полученных на различных первичных пучках и различных начальных энергиях, показывает, что данные настоящей работы вписываются в рамки общих закономерностей кумулятивных

процессов и согласуются в пределах ошибок эксперимента по характерным параметрам кумулятивного рождения частиц с данными, имеющимися в литературе для близких кинематических условий на одинаковых или близких по массовым числам ядрах.

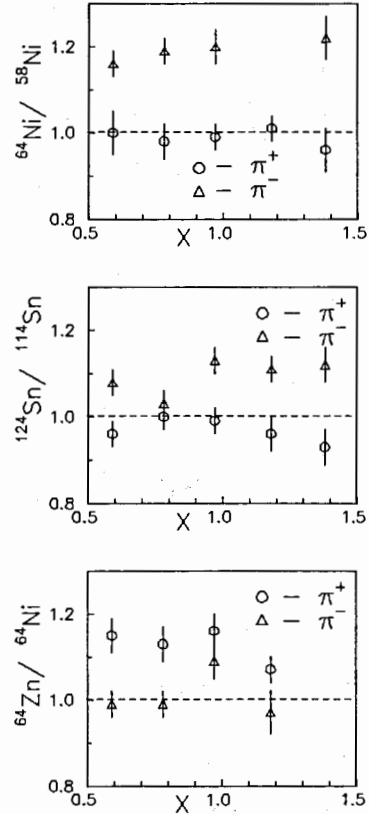


Рис. 5: Отношение сечений π^\pm -мезонов в зависимости от масштабной переменной x .

Энергетическая зависимость сечений пионов и протонов на изотопически обогащенных ядрах представлена в виде отношения сечений в функции масштабной переменной x и, в сущности, демонстрирует изотопический эффект на ядрах ^{58}Ni , ^{64}Ni , ^{64}Zn , ^{114}Sn , ^{124}Sn в импульсном интервале $0,3 \div 0,7$ ГэВ/с. Эти результаты показаны на рис.5 (π^\pm -мезоны) и

рис.6 (протоны), на которых непосредственно видны масштабы изменения сечений при изменении чисел протонов и нейтронов данных фрагментирующих ядер и симметричное поведение пионов разного знака заряда.

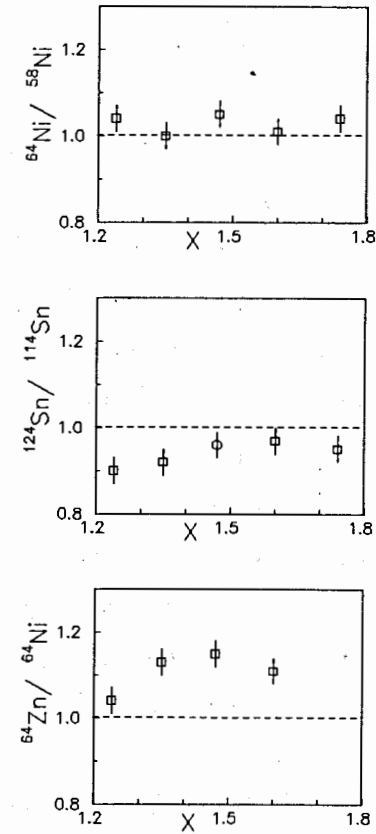


Рис. 6: Отношение сечений протонов в зависимости от масштабной переменной x .

Изотопический эффект в сечении рождения пионов на разделенных изотопах никеля, цинка и олова вполне удовлетворительно объясняется на основе изотопической инвариантности, но на изотопах легких ядер (^6Li , ^7Li) и первичном пучке ядер углерода наблюдается рост сечений для всех частиц при увеличении числа нейтронов. Кроме того, суще-

ствуется изотопический эффект такого же масштаба для протонов и положительных каонов. И, как отмечалось ранее, сечения π^+ - и π^- -мезонов приблизительно одинаковы на ядрах с $N = Z$ и ядрах с большим содержанием нейтронов.

Рассмотрены возможные механизмы кумулятивного рождения частиц согласно имеющимся теоретическим моделям, в разные времена и с различной степенью успеха применявшимся для описания кумулятивных процессов как в адрон-ядерных, так и в ядро-ядерных взаимодействиях. Среди них модель жесткого рассеяния, флуктонная модель, модель фрагментации флуктонов, модель малонуклонных корреляций, модель ядерного фейрбола, кварк-глюонная струнная модель. Полного описания явления не содержит ни одна из перечисленных моделей. Применительно к результатам настоящей работы можно выделить модель фрагментации флуктона и модель малонуклонных корреляций.

В заключительных замечаниях отмечаются вопросы, которые были недостаточно полно освещены в тексте работы, высказываются некоторые гипотезы относительно возможных причин возникновения детального подобия в поведении сечений при взаимодействии сложных ядерных систем и соображения относительно постановки новых экспериментов.

Перспективы дальнейших исследований связаны с эксплуатацией установки СФЕРА. В работе приводятся краткая характеристика установки и первоочередные физические задачи программы исследований.

В заключении содержатся основные выводы диссертационной работы.

Приложение содержит таблицы сечений и параметры наклонов спектров на конкретных ядрах в представлениях по кинетической энергии и масштабным переменным x и α .

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ

1. В рамках единой экспериментальной процедуры впервые детально исследована A -зависимость сечений кумулятивного рождения частиц на пучках протонов и ядер в широкой области фрагментирующих ядер от дейтерия до свинца и показано, что эти зависимости подобны. Более того, обнаружено детальное подобие в поведении сечений на изотопически обогащенных ядрах, которое проявляется на всех использованных пучках.
2. Впервые детально исследована энергетическая зависимость сечений на изотопически обогащенных ядрах никеля, цинка и олова на пучке протонов с импульсом 8,9 ГэВ/с, определены значения параметров наклона в представлениях, традиционных при изучении кумулятивных процессов. Столь же детально изучена A -зависимость сечений вторичных частиц в импульсном интервале 0,3 – 0,7 ГэВ/с. Широкий набор фрагментирующих ядер позволил выявить характерные особенности, присущие различным их областям.
3. В области легких ядер (D , He , 6Li , 7Li , C) впервые обнаружена корреляция сечений с плотностью ядер. Именно с этим, в основном, связан резкий рост и нерегулярности в поведении сечений в указанной области ядер. Данные для угла эмиссии 180° показывают такое же поведение сечений. Отношения сечений π^+/π^- -мезонов и p/π^+ на легком (6Li) и тяжелом (Pb) ядрах не зависят от массового числа ядра-снаряда. Причем отношения сечений π^+/π^- -мезонов близки по величине на легком и тяжелом ядрах, в то время как отношение нейтронов и протонов в ядре Pb равно 1,5.
4. В области средних и тяжелых ядер обнаружен изотопический эффект в

поведении сечений — независимость сечения рождения положительно заряженных частиц (π^+ , K^+ , p) от избыточного содержания нейтронов при фиксированном заряде ядра. Напротив, сечение рождения π^- -мезонов коррелирует с избыточным содержанием нейтронов. Оба эффекта имеют место на пучках протонов, дейтронов и ядер гелия. По масштабу величины отмеченные свойства сравнимы с относительными содержаниями протонов и нейтронов фрагментирующих ядер.

5. На легких ядрах ${}^6\text{Li}$ и ${}^7\text{Li}$ изотопический эффект проявляется лишь для π^+ -мезонов в протон-ядерных взаимодействиях. На пучке ядер углерода изотопический эффект отсутствует — сечения рождения положительно заряженных частиц π^+ , K^+ , p возрастают при переходе от ядра ${}^6\text{Li}$ к ядру ${}^7\text{Li}$.
6. Отношения структурных функций (отношения инклюзивных сечений) на изотопически обогащенных ядрах в зависимости от масштабной переменной x демонстрируют симметричное поведение для пионов разного знака заряда, обусловленное относительным содержанием протонов и нейтронов в ядрах. Аналогичные отношения сечений для протонов на тех же ядрах показывают заметную x -зависимость в мягкой (до 0,5 ГэВ/с) части спектра, особенно в случае изотопов олова.
7. Сравнение сечений положительно и отрицательно заряженных частиц на фрагментирующих ядрах, являющихся изобарами (${}^{64}\text{Zn}$ и ${}^{64}\text{Ni}$), показывает преимущественную роль заряда ядра в образовании положительных частиц.
8. Изотопический эффект в поведении сечений для частиц π^+ , π^- , p одинаковым образом проявляется на первичных пучках протонов с импульсами 4,5 ГэВ/с и 8,9 ГэВ/с.

9. Показатели степени A -зависимости сечений для пионов, протонов и дейтронов в функции массового числа первичных пучков имеют подобное поведение, возрастая по величине с изменением вида пучка, а начиная с пучка ядер гелия принимают постоянные значения, свои для каждой из частиц.

10. Совокупность результатов, полученных в настоящей работе, представляет новый экспериментальный материал по исследованию процессов кумулятивного рождения частиц на пучках протонов и ядер. Фрагментирующие ядра охватывают практически всю периодическую таблицу, включая наиболее экзотические ядерные системы. Спектр вторичных частиц содержит как структурные элементы ядер, так и структуры, возникающие в процессе взаимодействия. Детальное подобие в поведении сечений столь различающихся по кинематическим и квантовым характеристикам частиц может быть связано со специфическим поведением ядерной среды в случае изотопически обогащенных ядер или с воздействием электромагнитного поля налетающей частицы на исходное состояние фрагментирующего ядра. Не исключено и влияние обоих факторов.

Полученные результаты дают вполне определенные ориентиры для планирования и проведения корреляционных экспериментов на различных первичных пучках и в различных областях фрагментирующих ядер. Несомненный интерес, разумеется, представляют эксперименты с поляризованными пучками и мишенями.

Экспериментальные результаты настоящей работы свидетельствуют в пользу так называемых холодных моделей, предполагающих существование флуктонов в ядрах до взаимодействия, и являются хорошим кри-

тическим тестом как для теоретических моделей кумулятивного рождения частиц, так и для моделей адрон-ядерных и ядро-ядерных столкновений при высоких энергиях.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. А.М.Балдин, Н.Гиордэнеску, ..., В.К.Бондарев и др. Экспериментальные исследования кумулятивного мезообразования при возбуждении различных ядер релятивистскими дейтронами и протонами. ЯФ, 1975, т.21, с.1008 – 1014.
2. Т.В.Аверичева, А.М.Балдин, С.Г.Басиладзе, В.К.Бондарев и др. Установка для исследования кумулятивного рождения частиц /ДИСК/. ОИЯИ 1-11317, Дубна, 1978.-20с.
3. А.М.Балдин, В.К.Бондарев, Н.Гиордэнеску и др. Вычисление сечений кумулятивного рождения частиц по экспериментальным данным установки ДИСК-2. ОИЯИ P1-83-433, Дубна, 1983.-16с.
4. А.М.Балдин, В.К.Бондарев, Н.Гиордэнеску и др. Моделирование эффективности спектрометра ДИСК-2 методом Монте-Карло. ОИЯИ P1-83-434, Дубна, 1983.-20с.
5. A.M.Baldin, V.K.Bondarev, N.Ghiordanescu et al. Experimental data on inclusive cross section for cumulative production of pions, kaons, antiprotons and quark-parton structure function of nuclei. JINR E1-82-472, Dubna, 1982.-28p.
6. А.М.Балдин, В.К.Бондарев, Ю.А.Панебратцев и др. О распределении кварков в ядрах. Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. D1,2-84-599, с.195 – 201, Дубна, 1984.

7. A.M.Baldin, V.K.Bondarev, A.N.Khrenov et al. A-dependence of the cross sections for cumulative processes. Second International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions. Visby, Sweden, 1985, Vol.1 (Edited by B.Jakobsson and K.Aleklett), p.73.
8. A.M.Baldin, V.K.Bondarev, A.N.Khrenov et al. Experimental studies of quark distribution in nuclei. Ibid., p.75.
9. С.А.Аверичев, Г.С.Аверичев, ... А.М.Балдин, ..., В.К.Бондарев и др. Исследование множественного кумулятивного рождения частиц в 4π -геометрии. Проект "СФЕРА". ОИЯИ P1-85-512, Дубна, 1985.-15с.
10. В.К.Бондарев, П.И.Зарубин, А.Г.Литвиненко, Ю.А.Панебратцев, В.С.Ставинский. Новые экспериментальные данные по кумулятивному рождению частиц релятивистскими ядрами. Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. D1,2-86-668, т.1, с.243 – 251, Дубна, 1987.
11. G.S.Averichev, V.K.Bondarev, N. Ghiordanescu et al. Appearance of particular features of nuclei in cumulative particle production in nucleon- and nucleus-nucleus interaction. Relativistic nuclear physics & quantum chromodynamics. Proc. of Xth Intern. Seminar on High Energy Physics Problems, World Scientific, 1991, p.90 – 96.
12. V.K.Bondarev, N.Ghiordanescu, A.N.Khrenov et al. Experimental results on cumulative particle production by protons and light nuclei. JINR E1-93-84, Dubna, 1993.-14p.
13. V.K.Bondarev, A.G.Litvinenko, P.I.Zarubin. Detailed study of nuclear density and charge distribution effects in cumulative particle production. JINR Rapid Communications 1(58)-93, p.35 – 42, Dubna, 1993.

14. S.V.Afanasiev, Yu.S.Anisimov, V.K.Bondarev et al. Target Dependence of Relativistic Deuteron Fragmentation into Cumulative Pions. *Physica Scripta*, 1993, v.48, p.124 – 125.
15. V.K.Bondarev, A.G.Litvinenko, P.I.Zarubin. Effects of nuclear density and charge distributions in a cumulative particle production. *Relativistic Nuclear Physics & Quantum Chromodynamics. Proc. of XIth Intern. Seminar on High Energy Physics Problems* (editors: A.M.Baldin and V.V.Burov), p.235 – 240, Dubna, 1994.

• Рукопись поступила в издательский отдел
25 января 1995 года.