

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

X-807

1-80-879

ХОРОЗОВ

Сергей Александрович

СЕЧЕНИЯ НЕУПРУГИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
И МНОЖЕСТВЕННОЕ РОЖДЕНИЕ ЧАСТИЦ
ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ^4He И ^{12}C
С ЯДРАМИ ПРИ 4,5 ГэВ/с · нуклон

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1980

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований

Научный руководитель -
кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

ОКОНОВ
Эдгар Оскарович

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
профессор

ГРИШИН
Валентин Григорьевич

доктор физико-математических наук

МУРЗИН
Владимир Сергеевич

Ведущее научно-исследовательское учреждение:
Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

Защита диссертации состоится "___" _____ 1981 г. в
"___" часов на заседании Специализированного совета Д-047.01.02 при
Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследо-
ваний, г. Дубна, Московской области, Лаборатория высоких энергий ОИЯИ,
конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.
Автореферат разослан "___" _____ 1981 г.

Ученый секретарь Специализированного совета

М.Ф. Лихачев

М.Ф. ЛИХАЧЕВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Физика релятивистских ядер является молодой и быстро развивающейся областью физики высоких энергий. Это направление исследований может дать возможность изучать ядерное вещество в совершенно новых состояниях, например, в состоянии кварк-глюонной плазмы. Существуют различные теоретические подходы к рассмотрению механизма взаимодействия ядер с ядрами, создано большое количество моделей, для проверки которых необходима разнообразная экспериментальная информация. Важной частью этой информации являются данные по множественному рождению частиц в ядро-ядерных взаимодействиях.

Цель работы состояла в разработке и создании триггера установки со стримерной камерой, измерении сечений неупругих ядро-ядерных взаимодействий, исследовании характеристик множественного рождения частиц в неупругих ядро-ядерных взаимодействиях и анализе полученных данных.

Научная новизна и значимость работы. Разработан и создан триггер установки со стримерной камерой с существенно лучшими характеристиками, чем на установке в Беркли, создававшейся в то же самое время и предназначенной для решения аналогичной задачи.

Получены экспериментальные данные по сечениям неупругих взаимодействий и по характеристикам множественного рождения частиц в неупругих взаимодействиях ядер гелия с Li, C, Ne, Al, Cu, Pb и ядер углерода с C, Ne, Si, Cu, Zr при 4.5 ГэВ/с-нуклон. Большинство этих данных было получено и опубликовано впервые, а по широте диапазона исследованных мишеней и в настоящее время является наиболее полным.

Полученные экспериментальные данные позволили сделать определенные выводы о справедливости существующих моделей и стимулировали создание новых моделей ядро-ядерных взаимодействий.

Публикации. Основные результаты диссертации изложены в работах /I-127/, опубликованных в журналах "Ядерная физика", "Приборы и техника эксперимента", "Nuclear Physics", препринтах и сообщениях ОИЯИ.

Объем диссертации. Текст состоит из введения, пяти глав и заключения. Диссертация содержит 78 страниц, включая 6 таблиц, 18 рисунков и библиографию из 67 названий.

Практическая ценность работы. Пучковая часть созданного триггера, включающая систему идентификации ядер по заряду и профилирования

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

пучка, является универсальной и может быть использована в разработке триггеров, предназначенных для решения других задач на установке. Система идентификации ядер может быть также использована (и неоднократно использовалась) при настройке режима работы источника тяжелых ионов ускорителя.

Экспериментальные данные по сечениям неупругого взаимодействия и множественному рождению частиц могут использоваться как при планировании новых экспериментов, так и в смежных областях науки (физика космических лучей, биомедицинские исследования и т.д.).

Апробация работы. Основные результаты работы обсуждались на семинарах ЛВЭ и ЛВТА ОИИИ, на школе по неупругим взаимодействиям в Бакуриани (1977), на сессиях отделения ядерной физики АН СССР (1978, 1979), а также представлялись на международные конференции в Будапеште (1977), Цюрихе (1977), Ванкувере (1979) и Беркли (1980).

Автор защищает

1. Разработку и создание триггера установки со стримерной камерой для изучения неупругих ядро-ядерных взаимодействий и результаты исследования характеристик триггера при работе в пучках ядер.

2. Разработанный метод измерения сечений неупругих ядро-ядерных взаимодействий, результаты измерения сечений взаимодействия ядер гелия с Li, C, Ne, Al, Cu, Pb и ядер углерода с C, Ne, Si, Cu, Zr и анализ этих результатов.

3. Результаты исследования характеристик распределений по множественности отрицательных пионов в неупругих взаимодействиях ядер гелия с Li, C, Ne, Al, Cu, Pb и ядер углерода с C, Ne, Si, Cu, Zr и анализ этих результатов.

4. Результаты и анализ данных по среднему числу протонов, выбитых ядрами гелия из ядер C, Ne, Al, Cu, Pb .

5. Разработанную модель ядро-ядерных взаимодействий.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении подчеркнута актуальность изучения ядро-ядерных взаимодействий, сформулирована цель работы, приведено краткое содержание диссертации и перечислены основные положения, защищаемые автором.

В первой главе сформулированы основные требования, предъявляемые к триггеру установки с двухметровой стримерной камерой, предназначенной для исследования неупругих ядро-ядерных взаимодействий, описана система сцинтилляционных счетчиков и логика быстрой электроники, приведены основные характеристики триггера, полученные в процессе эксплуатации установки.

На рис. 1 приведена схема расположения сцинтилляционных счетчиков триггера и камеры с мишенью. Логика запуска $T_0 \times T_1 \times T_T \times \overline{T_{A1}} \times \overline{T_{A2}}$

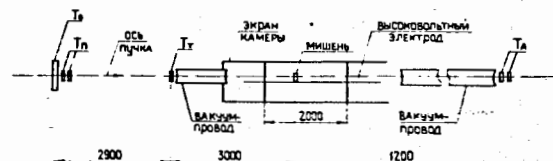


Рис. 1. Схема расположения счетчиков триггера

Сцинтилляционный счетчик T_0 со сцинтиллятором (пластик) размером $200 \times 200 \times 5$ мм³, просматриваемым тремя фотоумножителями, включенными на совпадения, работает в амплитудном режиме и предназначен для идентификации ядер пучка по заряду. Счетчики T_1 с пластиками диаметром 15 мм и толщиной 2-3 мм, просматриваемыми (каждый) двумя фотоумножителями, включенными на совпадение, предназначены для отбора тех ядер пучка, которые идут в направлении на мишень. Необходимость "профилирования" связана с маленькими размерами проводящих мишеней, расположенных в чувствительном объеме стримерной камеры (большое электрическое поле). Счетчик T_T с пластиком диаметром 15 мм и толщиной 0,1 мм также предназначен для профилирования пучка. Толщина пластика ограничена требованием достаточно высокой эффективности триггера (доли взаимодействий в мишени и газе камеры от общего числа фотографий). Для этого толщина пластика должна быть значительно меньше толщины мишени. Мишени, в свою очередь, должны быть тонкими, чтобы исключить эффекты повторных взаимодействий, снизить до нескольких процентов конверсию гамма-квантов и т.д. Все мишени (за исключением литиевой $-1,5$ г/см³) имели толщину от 0,2 до 0,4 г/см². Счетчики T_A с пластиками диаметром 100 мм работают в режиме измерения амплитуды (пример амплитудного спектра - на рис. 2) и предназначены для регистрации пучковых ядер, не испытавших неупругого взаимодействия. Необходимость большого расстояния между мишенью и счетчиками T_A обусловлена необходимостью свести к минимуму поправки, связанные с возможным подавлением многозарядных фрагментов ядра, испытавшего периферическое взаимодействие в мишени. Амплитудные и временные режимы работы счетчиков периодически проверяются (без перерывов в наборе статистики) с помощью амплитудного анализатора. В триггере использовались блоки быстрой электроники, разработанные в ЛВЭ ОИИИ.

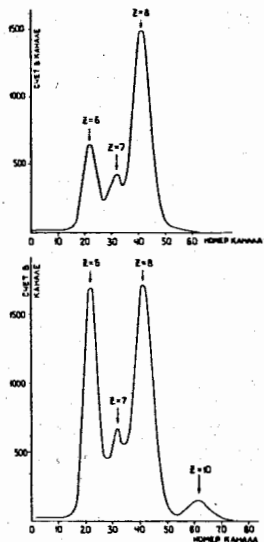


Рис. 2
Амплитудные спектры с одного из счетчиков T_A при разных режимах работы ускорителя

Основные характеристики триггера:

1. Триггер позволяет надежно выделять по заряду нужные ядра из смеси ядер в пучке.
2. Эффективность триггера при работе в разных пучках и при разных мишенях составляла в среднем 20-30%.
3. Систематические ошибки, вносимые триггером в набранный материал, малы и, как правило, не превосходят статистических ошибок. Это определяется амплитудными режимами счетчиков, использованием тонких мишеней и малой апертурой счетчиков запрета. (Апертура счетчиков запрета в описываемом триггере на два порядка меньше, чем на аналогичной установке в Беркли).
4. Триггер надежен в эксплуатации. Как показали многочисленные сеансы на ускорителе, потери времени из-за неполадок в триггере не превосходят 1%.

Во второй главе описана методика измерения сечений неупругого взаимодействия ядер с ядрами на установке со стримерной камерой, рассмотрены источники систематических ошибок и оценены их возможные величины, рассчитаны соответствующие поправки, приведены, проанализированы и сопоставлены с расчетами по различным моделям полученные сечения неупругого взаимодействия ядер ^4He с $\text{Li}, \text{C}, \text{Ne}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Pb}$ и ядер ^{12}C с $\text{C}, \text{Ne}, \text{Si}, \text{Cu}, \text{Zr}$.

Сечения неупругого взаимодействия определялись в два этапа. При наборе статистики на ускорителе непрерывно измерялось отношение числа запусков (триггеров) к числу ядер, падающих на мишень. Затем при просмотре определялось отношение числа фотографий с взаимодействиями в мишени (или газе камеры) к общему числу фотографий. Подробно проанализированы возможные систематические ошибки, связанные с каждым этапом определения сечений. Показано, что систематические ошибки не превосходят нескольких процентов. Окончательные ошибки сечений (включающие и статистические ошибки) составляют 4-7%.

Кроме данных по сечениям неупругого взаимодействия приводятся и величины σ_{neg} - сечений рождения хотя бы одной отрицательно заряженной частицы. Обоснована методическая полезность сечения σ_{neg} .

Показано, что полученные экспериментальные данные по сечениям неупругих ядро-ядерных взаимодействий вместе с данными других работ приблизительно описываются формулой Брэдта-Петерса^[13]:

$$\sigma_{in} = 10\pi R_0^2 (A_P^{1/3} + A_T^{1/3} - \delta)^2$$

с параметрами $R_0 = 1,40$ фм и $\delta = 1,03$. Однако при этом χ -квadrat на степень свободы около 3,5. Это частично обусловлено заметным расхождением экспериментальных значений, полученных разными методами, частично - несовершенством самой формулы. Рис. 3, на котором

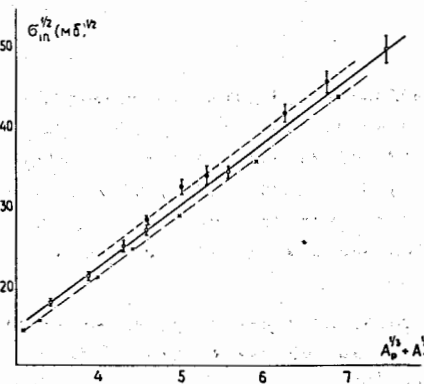


Рис. 3

Сечения неупругих взаимодействий (белые и черные кружки - наши данные по HeA и CA взаимодействиям, крестики - данные^[14] по ρA) в зависимости от суммы радиусов сталкивающихся ядер

приведены наши данные по неупругим сечениям HeA и CA взаимодействий вместе с данными^[14] по ρA взаимодействиям, показывает, что неупругие сечения не являются универсальной функцией величины $A_P^{1/3} + A_T^{1/3}$.

Сечения неупругих HeA и CA взаимодействий можно хорошо аппроксимировать формулами

$$\sigma_{in}(HeA) = 112 A^{0,57}$$

$$\sigma_{in}(CA) = 244 A^{0,47}$$

При этом для $A=1$ в обоих случаях получаются сечения нуклон-ядерных взаимодействий, совпадающие с точностью (2-3)% с имеющимися в литературе.

Полученные экспериментальные данные сравниваются (рис. 4) с

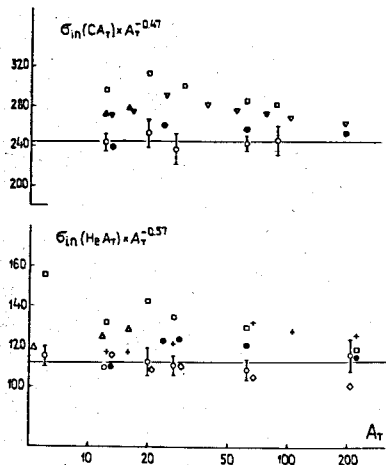


Рис. 4
Сравнение экспериментальных и расчетных сечений неупругих взаимодействий. \circ - эксперимент, \square - оптическое приближение /15/, $+$ - "полуоптическое приближение" /16/, \diamond - каскадная модель /17/, Δ, ∇, \bullet - расчеты по модели Гляубера из работ /18,19,20/ соответственно.

расчетами сечений по различным моделям. Сравнение показывает, что оптическое приближение довольно заметно завышает сечение неупругого взаимодействия, особенно в области легких ядер-мишеней. Согласие других расчетов с экспериментом лучше, однако расчеты, проведенные разными авторами по модели Гляубера, тоже не всегда согласуются между собой. Это, возможно, объясняется выбором разных параметров распределения ядерной плотности.

В третьей главе приводятся распределения по множественности отрицательных пионов, рожденных во взаимодействиях ядер ${}^4\text{He}$ с $\text{Li}, \text{C}, \text{Ne}, \text{Ar}, \text{Cu}, \text{Pb}$ и ядер ${}^{12}\text{C}$ с $\text{C}, \text{Ne}, \text{Si}, \text{Cu}, \text{Zr}$. Рассмотрены возможные источники систематических ошибок, оценены их величины, рассчитаны поправки. Детально обсуждается вопрос о выборе нормировки при исследовании рождения пионов в ядро-ядерных взаимодействиях. Показано, что в некоторых случаях (например, при сравнении с адрон-адронными взаимодействиями) данные по множественному рождению следует нормировать на σ_{prod} - сечение рождения хотя

бы одного пиона (в случае адрон-адронного взаимодействия σ_{prod} совпадает с σ_{in}). Предложен простой метод расчета величины σ_{prod} , не измеряемой экспериментально. Средняя множественность отрицательных пионов анализируется и сравнивается с различными моделями (рис. 5). Сравнение показывает, что предсказание модели коллек-

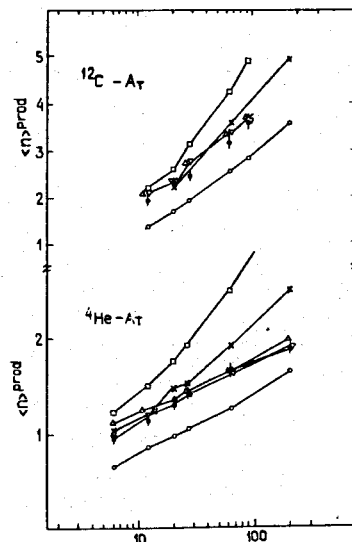


Рис. 5
Сравнение экспериментальных и расчетных средних множественностей отрицательных пионов. \bullet - эксперимент, \square - модель /21/, \circ - модель коллективной трубки /22/, \times - каскадная модель /17/, Δ - модель независимых взаимодействий /23/, ∇ - модель независимых взаимодействий (глава У наст. работы).

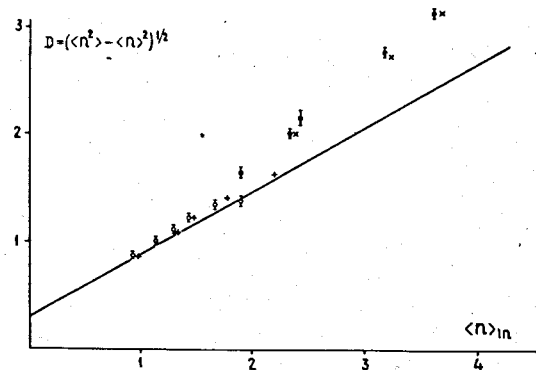


Рис. 6. Зависимость дисперсии распределения по множественности отрицательных пионов от средней множественности. \circ - HeA, \bullet - CA - эксперимент, $+$ - HeA, \times - CA - расчет по каскадной модели /17/, линия - для pp - взаимодействий /24/

тивной трубки заметно отличается от экспериментальных данных. Модели независимых взаимодействий неплохо описывают в целом среднюю множественность пионов. Обсуждаются возможные причины отличия расчетов по каскадной модели от экспериментальных данных по средней множественности.

Характер зависимости дисперсии $\mathcal{D} = (\bar{n}^2 - \bar{n}^2)^{1/2}$ от средней множественности \bar{n} отрицательных пионов в HeA взаимодействиях и в PP взаимодействиях очень близок (рис. 6). Однако в CA взаимодействиях дисперсия растет с увеличением \bar{n} значительно быстрее. Этот факт хорошо объясняется в рамках моделей независимых взаимодействий тем, что по мере увеличения атомных весов сталкивающихся ядер все более значительный вклад в дисперсию дает разброс числа взаимодействующих нуклонов.

В четвертой главе описана методика и приведены результаты измерения среднего числа протонов, выбитых из ядер C, Ne, Al, Cu, Pb ядрами гелия. Для обсуждаемого числа протонов были взяты две разные нижние энергетические границы (кинетическая энергия 30 МэВ и 45 МэВ). Выбор этих границ обусловлен как методическими соображениями (для протонов с меньшей энергией становится весьма существенной поправка на поглощение в мишени), так и возможностью сопоставления полученных результатов с данными эмульсионных экспериментов. Сравнение полученных данных с расчетами (рис. 7) показывает хорошее согласие с экс-

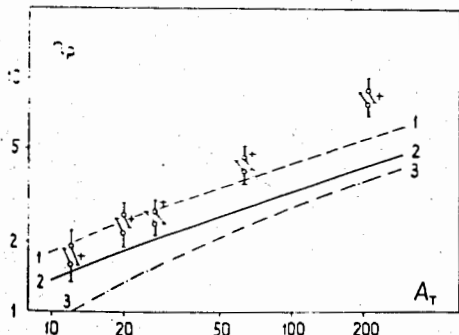


Рис. 7
Среднее число протонов, выбитых ядрами гелия из ядер-мишеней с атомным весом A_T .
○ - эксперимент (верхние точки - протоны с $T > 30$ МэВ, нижние - с $T > 45$ МэВ). Кривые 1, 2 - расчет по формулам работ [21, 25], кривая 3 - модель Фейрбола [26, 27], + - расчет по каскадной модели [17].

периментом каскадной модели [17]. Расчет по модели Фейрбола [26, 27] дает существенно меньшее число выбитых протонов. Проанализирована возможная причина этого расхождения.

Зависимость среднего числа протонов, выбитых из ядер-мишеней ядрами гелия, хорошо аппроксимируется формулами

$$\bar{n}_p = 0.5 A_T^{0.55} \quad (T_p > 30 \text{ МэВ}),$$

$$\bar{n}_p = 0.4 A_T^{0.55} \quad (T_p > 45 \text{ МэВ}),$$

где A_T - атомный вес ядра-мишени.

Полученная зависимость сечений неупругих взаимодействий и характеристик множественного рождения частиц от атомного веса мишени дает возможность рассчитать множественность заряженных частиц в эмульсиях, облученных ядрами гелия. Результаты расчета хорошо согласуются с данными эмульсионных работ [28, 29]. Однако полученные авторами работы [29] данные для легкой и тяжелой групп ядер порознь обнаруживают заметное расхождение с обсуждаемыми данными, полученными на чистых мишенях, что говорит о трудностях в изучении A -зависимостей методом фото-эмульсий.

В пятой главе приводится описание разработанной автором модели ядро-ядерных взаимодействий, основанной на предположении о независимом взаимодействии нуклонов сталкивающихся ядер. Рассмотрено место развиваемой модели среди других моделей. Приводятся формулы для расчета σ_K -сечений взаимодействия K и только K нуклонов ядра-снаряда в ядре-мишени. Подробно анализируется вопрос о том, какие сечения нуклон-нуклонных взаимодействий (полные, неупругие) следует использовать в расчетах. Приводятся результаты численных расчетов величин σ_K для взаимодействий ядер гелия с ядрами Li, C, Ne, Al, Cu, Pb , на основании которых модель сравнивается с экспериментом. Результат сравнения приведен на рис. 8, где представлены расчетные и экс-

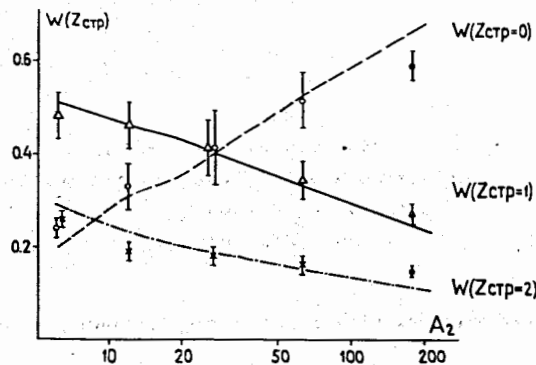


Рис. 8
Вероятность образования фрагментов с зарядом Z в зоне стрипинга гелия. Линии - расчет по модели.
○, △, × - экспериментальные данные работы [30], ●, ▲, ■ - [31].

риментальные данные [30, 31] по распределению зарядов фрагментов в зоне стрипинга. Сравнение расчета средней множественности отрица-

тельных пионов с экспериментом (при этом предполагается, что средняя множественность при взаимодействии ядер гелия и углерода с ядрами мишени определяется произведением среднего числа нуклонов ядра-снаряда, испытавших неупругое взаимодействие, и средней множественности в нуклон-нуклонном соударении) приводилось уже на рис. 5. Видно, что в обоих случаях согласие модели с экспериментом вполне удовлетворительно. В рамках модели рассматриваются закономерности поведения дисперсии распределения по множественности отрицательных пионов как в неупругих, так и в центральных взаимодействиях. Качественные предсказания модели хорошо согласуются с экспериментальными данными¹³². Приведены также результаты расчета сечений центрального взаимодействия ядер, распределения взаимодействий с фиксированным числом взаимодействующих нуклонов по прицельному параметру (рис. 9) и некоторые другие. Рассмотрены и сформулированы границы применимости приведенных формул.

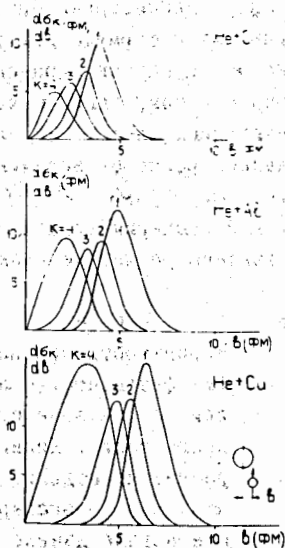


Рис. 9
Результаты расчета распределения по прицельным параметрам взаимодействий с фиксированным числом K неупруго взаимодействующих нуклонов гелия

В заключении сформулированы основные итоги диссертационной работы.

1. Разработана и отлажена система запуска (триггер) установки со стримерной камерой в магнитном поле (СКМ-200), с помощью которой получен большой объем экспериментальной информации о неупругих ядро-ядерных взаимодействиях. Систематические ошибки, вносимые триггером

в набираемую статистику, не превосходят нескольких процентов, что достигается анализом состава пучка по заряду ядер, применением пленочных сцинтилляторов, позволяющих использовать тонкие мишени, и малой апертурой счетчиков запрета, работающих в режиме измерения заряда частицы.

2. Разработана методика измерения сечений на установке со стримерной камерой и измерены сечения неупругих взаимодействий ядер ${}^4\text{He}$ с ядрами $\text{Li}, \text{C}, \text{Ne}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Pb}$ и ядер ${}^{12}\text{C}$ с ядрами $\text{C}, \text{Ne}, \text{Si}, \text{Cu}, \text{Zr}$ при импульсе 4.5 ГэВ/с на нуклон. Точность измерения сечений с учетом возможных систематических ошибок составляет 4-7%. Рассмотрены и проанализированы различные аппроксимации сечений неупругих взаимодействий ядер с ядрами. Показано, что расчеты по модели Глаубера удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

3. Получены распределения по множественности отрицательных пионов во взаимодействиях ядер ${}^4\text{He}$ с $\text{Li}, \text{C}, \text{Ne}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Pb}$ и ядер ${}^{12}\text{C}$ с $\text{C}, \text{Ne}, \text{Si}, \text{Cu}, \text{Zr}$. Проанализированы возможные источники систематических ошибок, рассчитаны соответствующие поправки. Приведены в различных нормировках средние множественности и дисперсии с ошибкой 4-5%, включающей возможные систематические ошибки.

4. Получены (с точностью 10-15%) данные о средней множественности протонов, выбитых ядрами ${}^4\text{He}$ из ядер $\text{C}, \text{Ne}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Pb}$.

5. Полученные экспериментальные данные по множественному рождению протонов и отрицательных пионов проанализированы и сопоставлены с рядом моделей ядро-ядерных взаимодействий. Показано, что модель коллективной трубки и фибрилярная модель с экспериментальными данными не согласуются, и что наиболее удовлетворительное описание эксперимента дают модели независимых взаимодействий.

6. Развита модель ядро-ядерных взаимодействий, основанная на предположении о независимом взаимодействии нуклонов сталкивающихся ядер. Предсказания модели согласуются с данными эксперимента. В рамках модели сделан расчет некоторых характеристик (сечения, распределения по прицельным параметрам и др.) "центральных" ядро-ядерных взаимодействий.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Аникина М.Х., ..., Хорозов С.А. ОИЯИ, 13-9030. Дубна, 1975.
2. Аникина М.Х., ..., Хорозов С.А. ОИЯИ, 1-9280. Дубна, 1975.
3. Аникина М.Х., ..., Хорозов С.А. ОИЯИ, 1-9282. Дубна, 1975.
4. Аникина М.Х., ..., Хорозов С.А. и др. ЯФ, 1978, 27, с. 724.
5. Аникина М.Х., ..., Хорозов С.А. и др. ОИЯИ PI-10592, Дубна, 1977.
6. Абдурахимов А.У., ..., Хорозов С.А. и др. ПТЭ, 1978, № 5, с. 53.
7. Хорозов С.А. ОИЯИ I-12276, Дубна, 1979.

8. Aksinenko V.D.,..., Khorozov S.A. et al. Nucl. Phys., 1979, A324, p. 266.
9. Aksinenko V.S.,..., Khorozov S.A., JINR, E1-12723, Dubna, 1979.
10. Хорозов С.А. ОИЯИ 2-80-142, Дубна, 1980.
11. Aksinenko V.D.,..., Khorozov S.A. et al. Nucl. Phys., 1980, A348, p. 518.
12. Аникина М.Х.,..., Хорозов С.А. ОИЯИ Е1-80-673, Дубна, 1980.

Цитированная литература:

13. Bradt H.L., Peters V. Phys. Rev., 1950, 77, p. 54.
14. Бобченко Б.М. и др. ЯФ, 1979, 30 с. 1553.
15. Carol P.J. Phys. Rev., 1975, C 11, p. 1203.
16. Барашенков В.С., Мусульманбеков А.Ж. ОИЯИ, P2-II453, Дубна, 1978.
17. Гудима К.К., Тонеев В.Д. ЯФ, 1978, 27, с. 568.
18. Franko V., Varma G.K. Phys. Rev., 1978, C18, p. 349.
19. Андреев И.В., Хейн Л.А. ЯФ, 1978, 28, с. 1499.
20. Ужинский В.В., Царен Ч. ОИЯИ P2-12079, Дубна, 1979.
21. Bialas A., Bleszynski A., Czyz W. Nucl. Phys., 1976, B111, p. 461.
22. Afek Y. et al. Phys. Rev. Lett., 1978, 41, p. 849.
23. Шабельский Ю.М. Препринт ЛИНФ-464, Ленинград, 1979.
24. Wroblewski A. Acta Phys. Pol., 1973, @b, p. 857.
25. Bialas A. Czyz W. Phys. Lett., 1974, 51B, p. 179.
26. Gosset J. et al. Phys. Rev., 1977, C16, p. 629.
27. Cecil G., Das Gupta S. Mekjian A. Phys. Rev., 1979, C20, p. 1021.
28. Adamovich M.I. et al. JINR E1-10838, Dubna, 1977.
29. Basova E.S. et al. Z. Physik, 1978, A287, p. 393.
30. Abdurakhimov A.U. et al. JINR E1-12730, Dubna, 1979.
31. Ангелов Н. и др. ОИЯИ P1-80-473, Дубна, 1980.
32. Бартке Е. и др. ЯФ, 1980, 32, с. 699.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 декабря 1980 года.