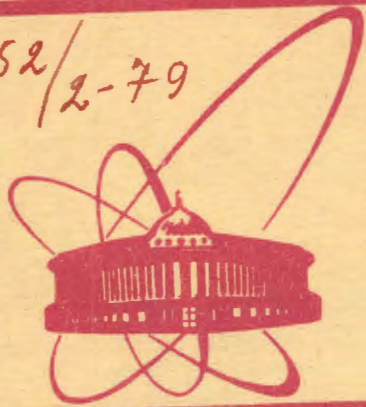


4452/2-79



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна**

СЗУУ.1ш
А-646

5/11-79
1- 12424

Н.Ангелов, Н.Ахабабян, Ц.Баатар, Е.Бартке,
А.П.Гаспарян, Н.С.Григалашвили, В.Г.Гришин,
С.В.Джмухадзе, И.А.Ивановская, Л.Йеник,
Т.Канарек, Е.Н.Кладницкая, Д.К.Копылова,
В.Б.Любимов, Р.Р.Мехтиев, В.Ф.Никитина,
В.М.Попова, С.И.Люттов, А.Н.Соломин, М.И.Соловьев,
М.К.Сулейманов, Г.П.Тонеева, Д.Тувдендорж,
А.П.Чеплаков, А.И.Шкловская, Л.М.Щеглова

**НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ,
СВЯЗАННЫЕ С ОБРАБОТКОЙ СОБЫТИЙ,
ОБРАЗОВАННЫХ РЕЛЯТИВИСТСКИМИ ЯДРАМИ
p,d,He,C
В ПРОПАНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ**

1979

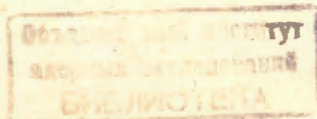
Н.Ангелов, Н.Ахабабян, Ц.Баатар, Е.Бартке,
А.П.Гаспарян, Н.С.Григалашвили,¹ В.Г.Гришин,
С.В.Джмухадзе,¹ И.А.Ивановская, Л.Йеник,
Т.Канарек, Е.Н.Кладницкая, Д.К.Копылова,
В.Б.Любимов, Р.Р.Мехтиев,³ В.Ф.Никитина,
В.М.Попова,² С.И.Лютов,² А.Н.Соломин,² М.И.Соловьев,
М.К.Сулейманов,³ Г.П.Тонеева,² Д.Тувдендорж,
А.П.Чеплаков, А.И.Шкловская, Л.М.Шеглова²

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ,
СВЯЗАННЫЕ С ОБРАБОТКОЙ СОБЫТИЙ,
ОБРАЗОВАННЫХ РЕЛЯТИВИСТСКИМИ ЯДРАМИ
 p, d, He, C
В ПРОПАНСВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ

¹ Тбилисский государственный университет.

² НИИЯФ МГУ.

³ Институт физики АН АзССР, Баку.



Ангелов Н. и др.

1 - 12424

Некоторые методические вопросы, связанные с обработкой событий, образованных релятивистскими ядрами p , d , He , C в пропановой пузырьковой камере

Исследованы некоторые методические вопросы, касающиеся характеристики пучков релятивистских ядер, которыми была облучена 2-метровая пропановая камера, выбора эффективной области регистрации звезд в камере, эффективности отбора событий, образовавшихся в танталовых пластинках внутри камеры, точности определения пространственных координат и параметров вторичных частиц. Определены средние значения импульсов первичных ядер p , d , He и C . Показано, что примесь непучковых частиц к частицам пучка не превышает $1-3\%$, а примесь событий, образовавшихся в пропане, к событиям в тантале при визуальном отборе последних составляет $12 \pm 2\%$. Описан метод восстановления точки взаимодействия в танталовой пластинке по продолжениям треков вторичных частиц и приведены критерии визуальной идентификации вторичных частиц по плотности ионизации и числу дельта-электронов на треках. Показано, что средняя квадратичная ошибка в определении импульсов вторичных частиц составляет 12% .

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Angelov N. et al.

1 - 12424

Some Methodical Problems of Processing Events Produced by p , d , He , C Relativistic Nuclei in a Propane Bubble Chamber

Some methodical problems have been studied on the characteristics of the primary beams of relativistic nuclei, which the 2 m propane bubble chamber was exposed to. The problems were also investigated concerning the choice of the fiducial volume for stars, the scanning efficiency for the events produced in the tantalum plates inside the chamber and the precision of reconstruction of the space coordinates and parameters of secondary particles. The mean values of the momenta of p , d , He and C primary nuclei are determined. It is shown that the contamination of "nonbeam" particles does not exceed $(1-3)\%$ of beam particles. The contamination of events produced in propane is $(12 \pm 2)\%$ of the events produced in tantalum at their visual selection. A method is described of reconstruction of the production vertex in a tantalum plate by the continuation of the tracks of secondary particles and the criteria of visual identification of secondaries by the ionization density and by the number of δ -electrons on the tracks. It is shown that the root-mean-square deviation for the momenta of secondary particles is equal to 12% .

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

ВВЕДЕНИЕ

С целью изучения механизма множественного рождения частиц в нуклон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействиях при высокой энергии двухметровая пропановая камера ОИЯИ^{1,2/} была облучена пучками протонов с импульсами $/2 \div 10/$ ГэВ/с и пучками дейтронов, альфа-частиц и ядер углерода с импульсами $/2 \div 5/$ ГэВ/с на нуклон.

В рабочем объеме камеры в качестве мишени были размещены три танталовые пластинки размером $/140 \times 70 \times 1/$ мм³, находящиеся на расстоянии 10 см друг от друга. Для проведения сравнительного анализа экспериментальных данных камера облучалась различными ядрами при одинаковых импульсах на нуклон.

В данной работе приводятся некоторые методические результаты обработки событий, зарегистрированных в танталовых пластинках: характеристики пучков релятивистских ядер; оценка примеси непучковых частиц к пучковым; выбор эффективной области регистрации звезд; число зарегистрированных событий для каждого типа облучения при разных импульсах; оценка примеси событий в пропане при регистрации событий в тантале; точности измерения параметров вторичных частиц.

§1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУЧКОВ И ЧИСЛО ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ СОБЫТИЙ

Для определения импульсов первичных протонов и ядер было измерено по несколько сотен следов первичных частиц для

каждого типа облучения. Следы измерялись на длине ~ 1 м. Для первичных протонов средние значения импульсов в разных сеансах облучения оказались равными:

$$\bar{p} = /2,16 \pm 0,02; 4,18 \pm 0,02; 5,40 \pm 0,02; 9,88 \pm 0,03/ \text{ ГэВ/с.}$$

В случае облучения дейтронами, альфа-частицами и ядрами углерода получены следующие значения средних импульсов на нуклон:

$$\bar{p}/N = /2,30 \pm 0,05; 4,20 \pm 0,05; 5,10 \pm 0,05/ \text{ ГэВ/с.}$$

Указанные ошибки отражают, кроме ошибки измерения, некоторое изменение среднего импульса от одного сеанса облучения к другому.

Идентификация первичных частиц проводилась по визуальным критериям: направлению полета, ионизации и числу δ -электронов на треке.

Согласно зависимости ионизации от заряда ядра для ионизации, вызываемой ядрами p, d, He и C, выполняется следующее соотношение:

$$I_p : I_d : I_{He} : I_C = 1 : 1 : 4 : 36,$$

т.е. плотность ионизации на треках первичных α -частиц и ядер углерода существенно больше, чем на треках протонов и дейтронов. Кроме того, в зависимости от заряда первичного ядра сильно меняется плотность δ -электронов на треках первичных частиц. Средняя плотность δ -электронов с длиной следа больше 5 мм на треках протонов, ядер гелия и углерода составляет соответственно $0,021 \pm 0,001$; $0,085 \pm 0,002$ и $0,737 \pm 0,005 \text{ см}^{-1/3}$. Оба эти критерия, ионизация и плотность δ -электронов, гарантируют надежность визуального отделения пучковых ядер He и C от p и d.

Для оценки примеси непучковых частиц к пучковым были отобраны треки первичных частиц, не взаимодействовавших на длине ~ 100 см в камере. После измерения и обчета по геометрической программе ГЕОФИТ строились распределения по кривизне трека $k \sim 1/p$, которые при отсутствии примесей должны иметь форму, близкую к гауссовой. Так как примесь в нашем случае возникает в основном от взаимодействия первичных частиц до выбранного эффективного объема камеры, наличие примеси приводит к уширению распределений в сторону уменьшения импульса. На рис. 1 представлены распределения по кривизне треков для различных пучковых ядер при первичном импульсе на

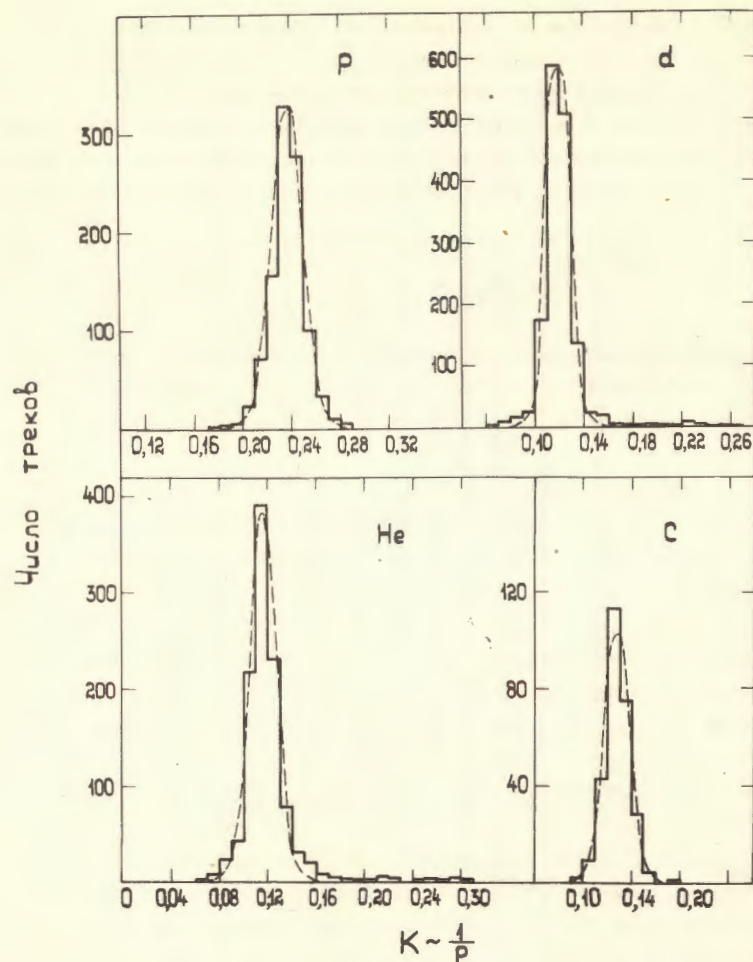


Рис. 1

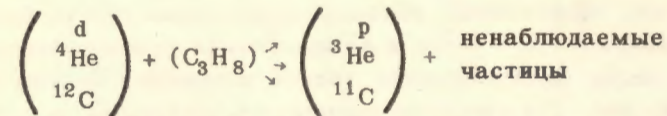
нуклон $4,2 \text{ ГэВ/с}$. Кривые на рисунке соответствуют распределениям Гаусса. Из рисунка видно, что в случае облучения протоном и ядрами углерода примесь непучковых частиц к пучковым практически отсутствует, а в случае облучения ядрами d и He примесь заметна, хотя и невелика: $/1,7 \pm 0,3/\%$ и $/2,1 \pm 0,4/\%$ соответственно. При других энергиях примесь получилась такая же.

У отобранных при просмотре звезд первичный трек имеет меньшую длину, в среднем ~ 30 см. Это может затруднить иден-

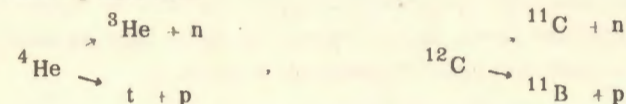
Таблица 1. Число событий, зарегистрированных в камере

$\frac{P}{N}$ (ГэВ/с)	P_{Ta}	$\rho(C_3H_8)$	d_{Ta}	$d(C_3H_8)$	α_{Ta}	$\alpha(C_3H_8)$	C_{Ta}	$C(C_3H_8)$
2,3	1000	7000	1300	10000	1000	8000	300	3000
4,2	1500	10000	2500	20000	1700	14000	1500	15000
5,1; 5,4	1500	10000	1200	10000	1800	15000	-	-
9,9	3000	30000	-	-	-	-	-	-

тификацию пучкового ядра по визуальным критериям. При прохождении слоя пропана до выбранного эффективного объема камеры первичное ядро может вызвать однолучевую звезду с малым углом отклонения вторичной частицы от первичной, которую визуально невозможно обнаружить на длине меньше 30 см. Например, могут идти следующие реакции дифракционного типа:



Оценка такой примеси была произведена исходя из равенства сечений процессов:



с учетом угловых распределений для однолучевых звезд с импульсом вторичной частицы $p \geq 3$ ГэВ/с. Оценка показала, что примесь непучковых частиц, вызываемая такими процессами, незначительна, $\leq 1-3\%$.

Помещение пластинок из тантала в рабочий объем камеры позволяет нам изучать кроме взаимодействий с пропаном взаимодействия релятивистских протонов и легких ядер с тяжелой мишенью - танталом / $A=181$ /.

В табл. 1 приведено ожидаемое при просмотре всего полученного экспериментального материала количество событий в тантале и пропане для каждого типа облучения. Оценка ожидаемого числа звезд произведена на основании результатов просмотра части экспериментального материала. Для событий в пропане размер эффективной области регистрации звезд вдоль пучка был принят равным 30 см. Как видно из табл. 1, общее число событий, зарегистрированных в танталовых пластинках, составляет около 18 тыс., а зарегистрированных в пропане - 150 тыс.

§2. ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОЙ ОБЛАСТИ РЕГИСТРАЦИИ ЗВЕЗД И ОЦЕНКА ПРИМЕСИ СОБЫТИЙ В ПРОПАНЕ ПРИ ВИЗУАЛЬНОМ ОТБОРЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ С ТАНТАЛОМ

Границы эффективной области регистрации звезд были выбраны таким образом, чтобы расстояние за ее пределами до

границы рабочего объема камеры было достаточным для определения импульса вторичных частиц с требуемой точностью. Кроме того, было введено ограничение на область изменения тангенса глубинного угла $tg\alpha$ и угла β в плоскости XU^* для пучковых треков, что позволило практически исключить примесь звезд, вызванных непучковыми частицами.

Для выбора эффективной области регистрации звезд были построены распределения точек взаимодействия по координатам X и Z , а также распределения треков первичных частиц по $tg\alpha$ и β . На рис. 2 в качестве примера представлены распределения по X , Z , $tg\alpha$ и β для углеродного облучения при первичном импульсе на нуклон $4,2 \text{ ГэВ/с}$. На основе таких распределений были выбраны эффективные области для разных типов взаимодействий, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2. Границы эффективной области для регистрации звезд

Тип взаимодействия	X /см/	Z /см/	β /радиан/	$tg\alpha$
pTa	$-5,5 \pm 2,5$	22 ± 28	$1,59 \pm 1,66$	$-0,020 \pm 0,020$
dTa	$-6,0 \pm 1,0$	22 ± 28	$1,65 \pm 1,72$	$-0,020 \pm 0,020$
aTa	$-6,0 \pm 1,0$	22 ± 28	$1,64 \pm 1,71$	$-0,020 \pm 0,020$
cTa	$-6,0 \pm 1,0$	22 ± 28	$1,63 \pm 1,70$	$-0,020 \pm 0,020$

Среди событий, отобранных при просмотре как звезды, образовавшиеся в пластинках, возможна некоторая примесь событий, происходящих в пропане вблизи пластин. Оценка такой примеси производилась путем анализа распределений звезд по координате Y , параллельной направлению пучка. Пластинки из тантала толщиной 1 мм расположены перпендикулярно пучку. Для простоты были отобраны взаимодействия только в первой

*Угол β отсчитывается в плоскости XU от оси X до проекции трека на плоскость XU , угол α отсчитывается от проекции трека на плоскость XU до трека. Ось U направлена вдоль пучка.

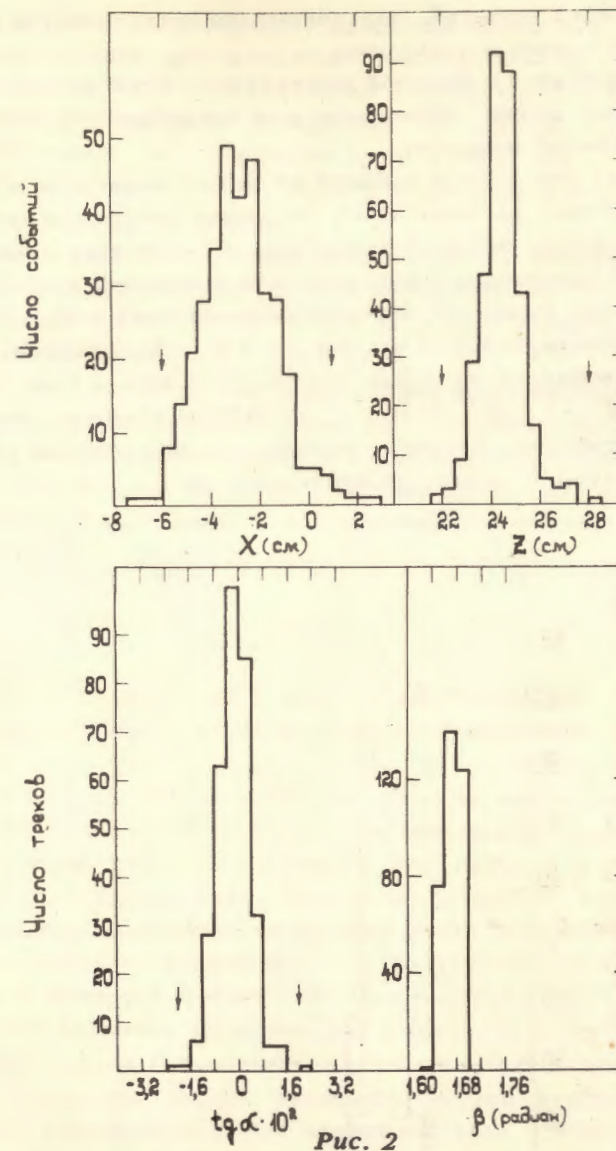


Рис. 2

пластинке для различных видов налетающих ядер при одном и том же значении импульса на нуклон $p = 4,2 \text{ ГэВ/с}$.

Сравнивались распределения по Y -координате звезды для двух классов событий:

1/ для всех событий, отнесенных по визуальным критериям к взаимодействиям в пластинке;

2/ для событий с большой множественностью вторичных частиц, которые могли образоваться в основном при взаимодействиях с тяжелой мишенью.

Критерии для отбора событий второго класса были получены путем сравнения распределений по множественности вторичных частиц различных типов /отрицательных, положительных и вызывающих повышенную ионизацию/ для взаимодействий в пропане и тантале. Наиболее эффективным оказался отбор по числу вторичных положительных частиц ($n_+ \geq N_+$). Величина N_+ менялась в зависимости от сорта налетающего ядра и была выбрана равной $N_+^{pTa} = 7$, $N_+^{\alpha Ta} = 10$, $N_+^{CTa} = 18$. Эти критерии позволили выделить события второго класса, среди которых примесь взаимодействий в пропане не превышала 2%.

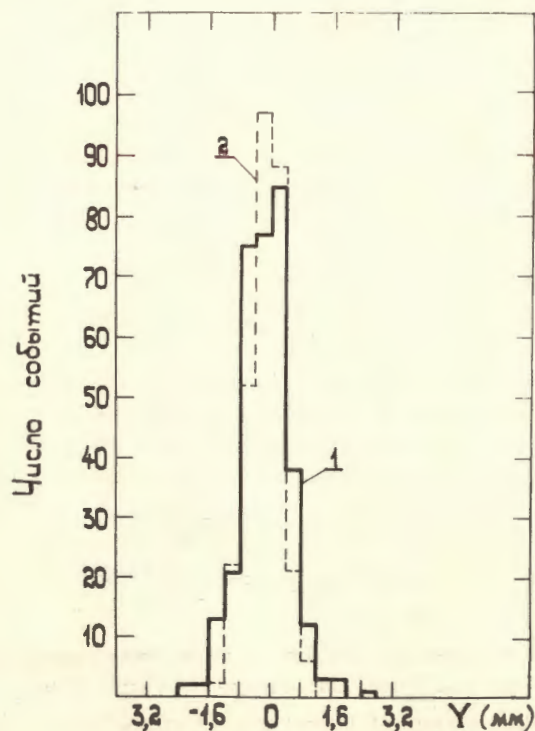


Рис. 3

На рис. 3 представлены суммированные для всех видов налетающих ядер распределения по координате Y событий обоих классов. Эти распределения нормированы на число событий в трех центральных интервалах ΔY , соответствующих толщине пластинки. Часть событий из распределения 2 находится вне этих интервалов из-за ошибок измерения и восстановления пространственных координат.

Число событий, составляющих примесь, получается путем вычитания распределения 2 из распределения 1. Отношение этого числа к количеству событий в распределении 1 дает оценку величины примеси /12±2%.

Отметим, что полученная описанным методом оценка примеси согласуется с вычисленной ранее на основании сечений взаимодействия в пропане и тантале и предположения о том, что отбираемые при просмотре взаимодействия происходят в танталовой пластинке и прилегающем к ней слое пропана толщиной 1 мм^{14/}.

§3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ ТОЧКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ТАНТАЛЕ

Установка в рабочем объеме камеры танталовых пластин потребовала некоторой модернизации программы геометрической реконструкции событий ГЕОФИТ. Это связано с трудностью визуального определения точки взаимодействия для событий, происходящих внутри пластины. Для звезд в пропане сохранена прежняя процедура измерения, т.е. на каждом треке вторичной частицы в качестве первой точки измеряется точка взаимодействия. Для событий, происходящих в тантале, точка взаимодействия измеряется только один раз, на треке первичной частицы, первые точки на треках вторичных частиц измеряются вне пластины. Координаты точки взаимодействия уточняются с помощью специальной подпрограммы, основанной на нахождении точек пересечения продолжений треков вторичных частиц. Такой алгоритм использовался в работах^{15,8/}.

Вычисление координат точки взаимодействия на каждой стереопроекции производится в следующей последовательности:

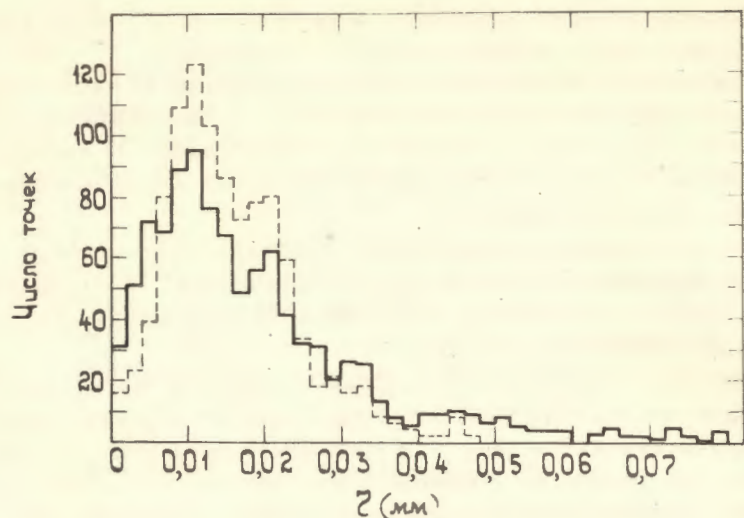


Рис. 4

- проекция каждого трека аппроксимируется окружностью и вычисляются параметры касательной к окружности в первой точке трека;

- определяется набор точек пересечения этих касательных;

- из набора исключаются точки, которые удалены от точки взаимодействия, измеренной на первичном треке, на расстояние, большее некоторого фиксированного;

- если дисперсия распределения оставшихся точек пересечения превышает удвоенную дисперсию распределения ошибок измерения координат на пленке $/2,0 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/$, то из набора исключается точка, наиболее удаленная от вычисленной "средней" и вычисление дисперсии повторяется.

Полученные в результате этой процедуры координаты "средней точки" принимаются за координаты точки взаимодействия на данной стереопроекции. Если все точки пересечения оказались неудовлетворительными, то в качестве точки взаимодействия принимается точка, измеренная на первичном треке. Это происходит менее чем в 10% случаев и для звезд с числом лучей ≤ 3 . Дальнейшее восстановление пространственных координат события идет по обычной схеме^{19/}.

Работа подпрограммы вычисления точки взаимодействия была проверена на имеющихся результатах измерения событий,

образовавшихся при взаимодействии π^- -мезонов с импульсом 40 ГэВ/с в пропане, где вершина звезды хорошо видна и измерение каждого трека начиналось с измерения координат точки взаимодействия.

На рис. 4 показано распределение расстояний первых точек, измеренных на вторичных треках, от точки, измеренной на первичном треке, которое характеризует точность измерения координат. Для проверки нашей подпрограммы первые точки на вторичных треках отбрасывались и работал описанный выше алгоритм восстановления. Распределение расстояний точек пересечения касательных к трекам от "средней" точки представлено на том же рисунке пунктирной линией. Распределения нормированы на одинаковую площадь. То, что эти распределения практически совпадают, говорит о правильности работы алгоритма.

На рис. 5 представлено такое же распределение для взаимодействий, происходящих в танталовой пластинке. Стрелкой указано принятое нами ограничение на расстояние точек пересечения касательных ко вторичным трекам от вершины, измеряемой на первичном треке $/0,06 \text{ мм}/$. При таком ограничении в процедуре восстановления координат точки взаимодействия

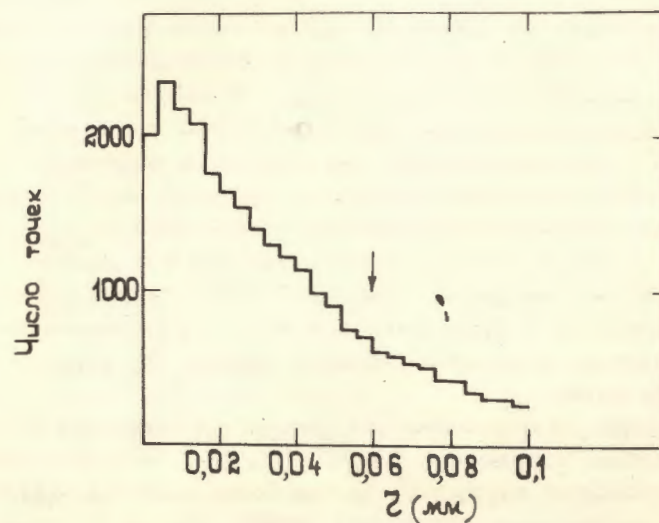


Рис. 5

участвует ~ 70% начального набора точек пересечения продолжений вторичных треков.

В табл. 3 приведены средние квадратичные ошибки в определении пространственных координат точек взаимодействия в тантале и пропане.

Таблица 3. Измерительные ошибки определения координат точек взаимодействия в камере

Среднеквадратичное отклонение в см	p(C ₃ H ₈)	pTa	C(C ₃ H ₈)	CTa
σ_x	0,014	0,014	0,016	0,024
σ_y	0,018	0,028	0,021	0,033
σ_z	0,056	0,079	0,060	0,090

§4. ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ

Множественность вторичных частиц в ядро-ядерных взаимодействиях при релятивистской энергии увеличивается довольно быстро с массой налетающего ядра. В частности, в нашем эксперименте максимальное число вторичных заряженных частиц в С-Та взаимодействиях при первичном импульсе на нуклон 4,2 ГэВ/с достигает 60 частиц, а среднее число вторичных заряженных частиц, за исключением спектаторов, $n_{CTa} = 18,0 \pm 1,2^{7/}$, в то время как в p-p взаимодействиях при соответствующем первичном импульсе среднее число заряженных частиц $\bar{n}_{pp} = 2,54 \pm 0,03^{8/}$. Этот факт в значительной степени затрудняет обработку экспериментальных данных по ядро-ядерным взаимодействиям.

Измерение треков вторичных частиц производится на полуавтоматических установках ПУОС и САМЕТ. Звезды с большой множественностью вторичных частиц более удобно и эффективно измерять на больших столах - САМЕТ, чем на ПУОСах. Для

определения точности измерения на столах САМЕТ нами был проведен сравнительный анализ результатов, полученных при использовании этих столов и ПУОСов, т.е. одни и те же треки были измерены на двух приборах и затем были построены двумерные распределения по основным параметрам этих треков. На рис. 6 приведено двумерное распределение по величинам импульса для треков вторичных частиц, измеренных на ПУОСах и САМЕТах. Пунктиром обозначена полоса, соответствующая относительной ошибке измерения меньше 15%. Из рисунка видно, что имеется удовлетворительное согласие между величинами, полученными на двух разных приборах. Для углов, измеренных на двух приборах, также получились значения, совпадающие в пределах измерительных ошибок.

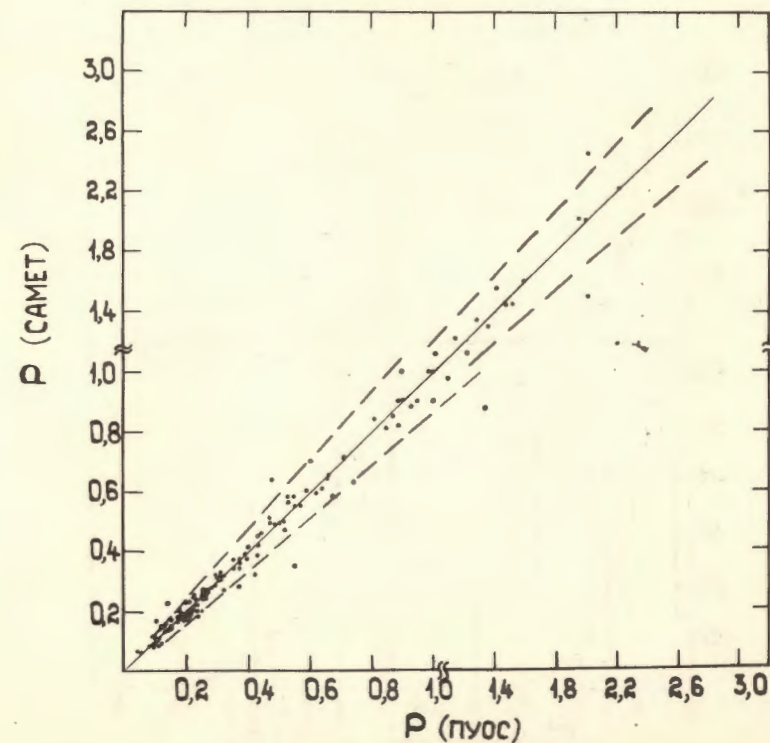


Рис. 6

Характеристикой качества измерения треков являются величины χ_{xy}^2 и χ_z^2 , рассчитанные на одну степень свободы ^{/9/}. Для выбора критерия хорошего измерения были построены распределения треков вторичных частиц по этим величинам в протонном и углеродном облучениях /рис. 7/. На основании приведенных распределений были выбраны критерии хорошего измерения треков: $\chi_{xy}^2 \leq 3,5$, $\chi_z^2 \leq 3,5$. Средние значения этих величин оказались равными: $\langle \chi_{xy}^2 \rangle = 0,87 \pm 0,02$, $\langle \chi_z^2 \rangle = 1,04 \pm 0,02$ для протонного облучения; $\langle \chi_{xy}^2 \rangle = 0,96 \pm 0,02$, $\langle \chi_z^2 \rangle = 1,29 \pm 0,02$ для углеродного облучения при теоретическом значении $\langle \chi^2 \rangle = 1$. Для треков, удовлетворяющих вышеупомянутым критериям, были определены ошибки измерения импульсов и углов вылета вторичных частиц. В табл. 4 приведены средние относительные ошибки измерения импульсов вторичных частиц в зависимости от длины трека. Следует отметить, что

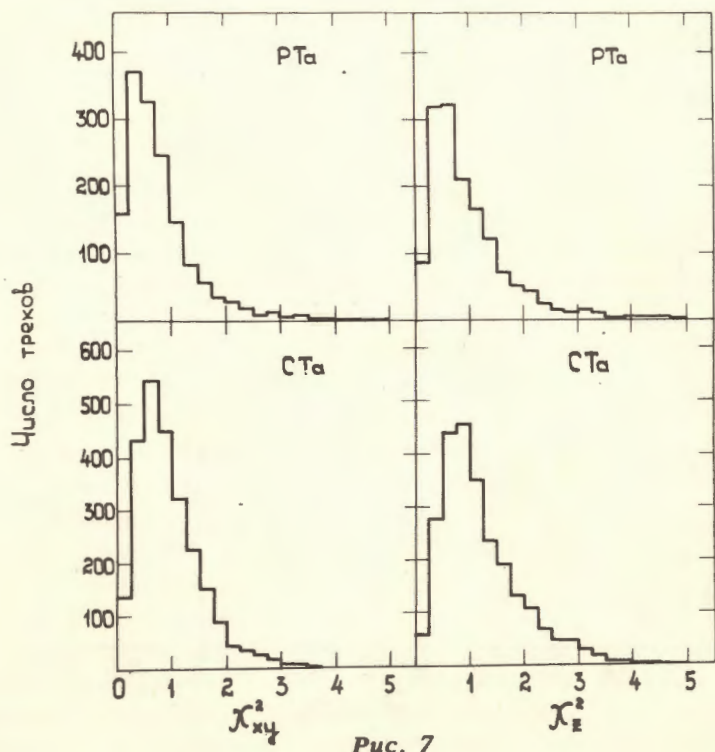


Рис. 7

Таблица 4. Относительные ошибки измерения импульсов вторичных частиц в зависимости от длины трека

Тип взаимодействия	$L \leq 10$ см	$10 \text{ см} < L \leq 20$ см	$L > 20$ см	Все L
p-Ta	$\Delta p/p\%$	$27,8 \pm 1,1$	$15,6 \pm 0,4$	$12,7 \pm 0,4$
	% от полного числа треков	13,5	25,5	100%
C-Ta	$\Delta p/p\%$	$29,3 \pm 1,4$	$16,7 \pm 0,5$	$11,5 \pm 0,3$
	% от полного числа треков	7,6	23,1	100%

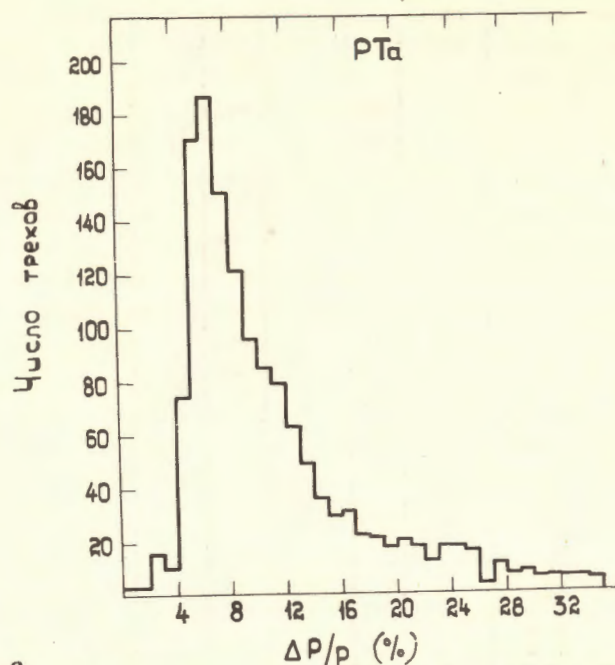


Рис. 8

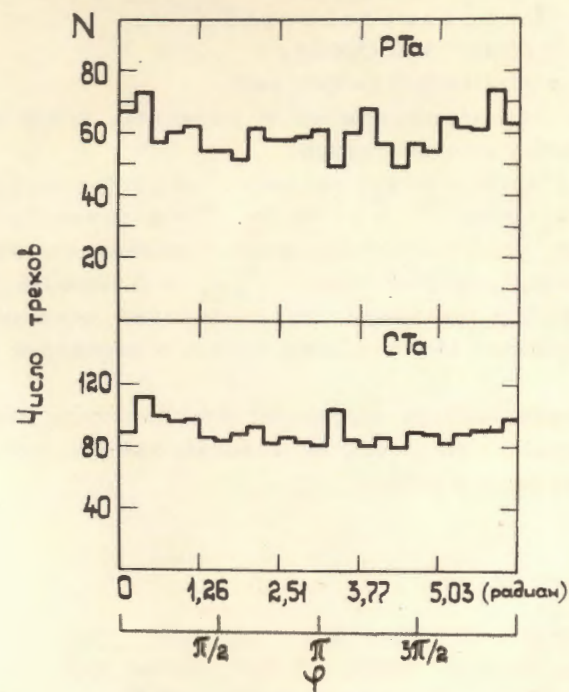
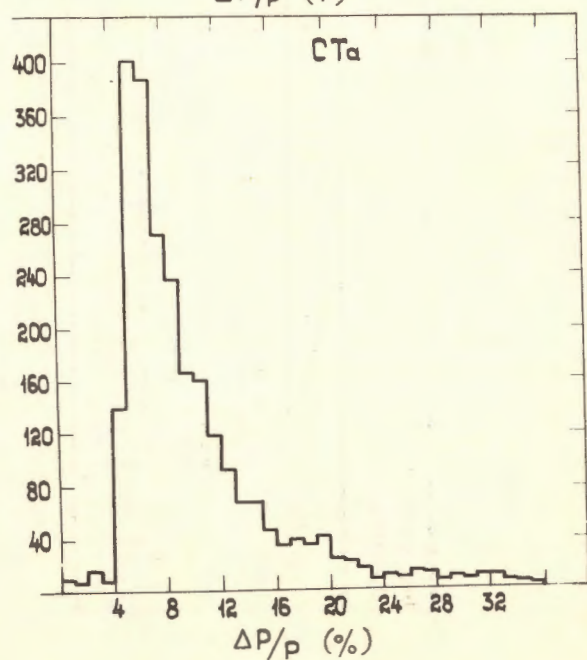


Рис. 9

средние длины вторичных треков в звездах, образованных в результате p -Ta и C -Ta взаимодействий, равны:

$$\langle L \rangle_{pTa} = 25,0 \pm 0,4 \text{ см},$$

$$\langle L \rangle_{CTa} = 26,9 \pm 0,4 \text{ см}.$$

На рис. 8 приведены распределения относительных ошибок в определении импульсов вторичных частиц для протонного и углеродного облучений при импульсе на нуклон $4,2 \text{ ГэВ/с}$. Видно, что максимумы этих распределений соответствуют $\sim 6\%$ и около 90% треков измеряются с ошибкой меньше 20% .

Средние ошибки измерения углов для треков вторичных частиц равны:

а/ Для p -Ta взаимодействий

$$\langle \Delta \text{tg} \alpha \rangle_{pTa} = /0,0125 \pm 0,0002/,$$

$$\langle \Delta \beta \rangle_{pTa} = /0,0074 \pm 0,0002/ \text{ рад};$$

б/ для С-Та взаимодействий

$$\langle \Delta \text{tg} \alpha \rangle_{\text{CTa}} = /0,0103 \pm 0,0002/,$$

$$\langle \Delta \beta \rangle_{\text{CTa}} = /0,0063 \pm 0,0002/ \text{ рад.}$$

Наиболее вероятные ошибки в измерении углов приблизительно вполонину меньше средних.

На рис. 9 представлены распределения вторичных частиц по азимутальному углу ϕ в р-Та и С-Та взаимодействиях. Из рисунка видно, что эти распределения в пределах статистических ошибок являются изотропными: $\langle \phi \rangle_{\text{pTa}} = 3,15 \pm 0,05$, $\langle \phi \rangle_{\text{CTa}} = 3,10 \pm 0,04$. Это указывает на отсутствие заметных потерь частиц, вылетающих под большими углами к плоскости XY.

В заключение авторы выражают благодарность коллективу, обслуживающему 2-метровую пропановую камеру, и лаборантам за большую помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Balandin M.P. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1963, 20, p.110.
2. Нгуен Дин Ты и др. ОИЯИ, 13-5942, Дубна, 1971.
3. Гаспарян А.П., Григалашвили Н.С. ОИЯИ, 1-11335, Дубна, 1978.
4. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, P1-12281, Дубна, 1979.
5. Howie J.M. CERN-DD/DP/66/7, October, 1966.
6. Дорж Л., Иванов В.Г., Степаненко В.А. ОИЯИ, P5-7560, Дубна, 1975.
7. Abdvrahmanov E.O. et al. JINR, E1-11517, Dubna, 1978.
8. Bodini L. et al. Nuovo Cim., 1968, 58A, p.475.
9. Маркова Н.Ф. и др. ОИЯИ, P10-3768, Дубна, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 апреля 1979 года.