

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

P1-84-328

Д. Армутлийски, Ц. Баатар, А. П. Гаспарян,  
В. Г. Гришин, И. А. Ивановская, Т. Канарек,  
Е. Н. Кладницкая, Р. Р. Мехтиев, В. М. Попова,  
М. И. Соловьев, Г. П. Тонеева, А. П. Чеплаков

ИМПУЛЬСНЫЕ И УГЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
 $\pi^-$ -МЕЗОНОВ И ПРОТОНОВ, ОБРАЗОВАННЫХ  
В ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,2 ГэВ/с НА НУКЛОН,  
КАК ФУНКЦИИ МИНИМАЛЬНОЙ МАССЫ МИШЕНИ

Направлено в журнал "Ядерная физика"

1984



## ВВЕДЕНИЕ

Изучение процесса множественного рождения частиц в ядерных столкновениях при высоких энергиях в зависимости от атомного номера взаимодействующих ядер представляет большой интерес как для понимания механизма сильных взаимодействий, так и для определения структуры атомного ядра.

Размещение тонких танталовых пластин внутри рабочего объема двухметровой пропановой камеры ЛВЭ ОИЯИ дало нам возможность проведения сравнительного анализа импульсных и угловых характеристик вторичных частиц, образованных при взаимодействии легких и тяжелых ядер.

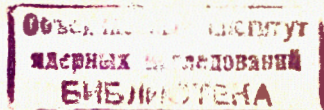
Данная работа является продолжением ранее опубликованных нами исследований импульсных и угловых характеристик  $\pi^-$ -мезонов, рожденных в столкновениях легких релятивистских ядер с ядрами Ta /A = 181/<sup>1,2/</sup> и углерода /A = 12/<sup>3/</sup>. В ней проводится анализ зависимости от величины минимальной массы мишени импульсных и угловых характеристик /импульс, угол вылета, поперечный импульс и быстрота/ отрицательных пионов, образованных в столкновениях ядер дейтерия, гелия и углерода с ядрами углерода при первичном импульсе ядра-снаряда  $P_0 = 4,2$  ГэВ/с на нуклон. Результаты сравниваются с ранее полученными нами данными для тяжелого ядра тантала<sup>2/</sup>. Проводится также подобный анализ импульсных и угловых характеристик вторичных протонов, образованных в dC- и dTa -взаимодействиях при первичном импульсе  $P_0 = 4,2$  ГэВ/с на нуклон.

## 1. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Экспериментальный материал был получен с помощью двухметровой пропановой камеры, в рабочем объеме которой размещались 3 танталовые пластины толщиной 1 мм на расстоянии 93 мм друг от друга.

Камера находилась в магнитном поле напряженностью 15 кГс и была облучена на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ легкими ядрами /d, <sup>4</sup>He и <sup>12</sup>C/ с импульсом  $P_0 = 4,2$  ГэВ/с на нуклон. Результаты по точности измерения импульсных и угловых характеристик вторичных частиц и другие методические особенности эксперимента подробно описаны в /4, 5/.

В данной работе исследовались характеристики  $\pi^-$ -мезонов и протонов, образованных в следующих реакциях:







Средняя относительная ошибка в определении импульса по кривизне траектории частицы в магнитном поле составляла 12%. Однако импульсы протонов в интервале 150±500 МэВ/с определялись по пробегу в пропане, и точность этих измерений составляла ~ 2%. Протоны, образованные в танталовых пластинках, регистрировались, начиная с импульса 200 МэВ/с. Граничный импульс для регистрации протонов, образованных в пропане, составлял 150 МэВ/с. При импульсах до 1 ГэВ/с протоны и  $\pi^+$ -мезоны идентифицировались по ионизации и пробегу. Из числа положительных частиц с импульсом, большим 1 ГэВ/с,  $\pi^+$ -мезоны вычитались, исходя из предположения о том, что в этой области импульсов число  $\pi^+$  и  $\pi^-$ -мезонов одинаково, так как налетающие ядра /d, He и C/ имеют одинаковое число протонов и нейтронов.

Были введены поправки на поглощение частиц в танталовых пластинках и на потерю частиц, вылетающих под большим углом к плоскости фотографирования<sup>/5/</sup>. Суммарные поправки для вторичных частиц, рожденных в пропане, составили ~ 3%, а для частиц, образованных в тантале - около 14%. Учитывалась также потеря энергии протонами в танталовых пластинках.

Взаимодействия первичных ядер с ядрами углерода были отображены из всех событий в пропане по критериям, описанным в<sup>/6/</sup>, с добавлением еще одного критерия - наличия протона с кумулятивным числом  $n_k > 1$ . Отобранные таким образом события составляют /85-90/% от всех взаимодействий с ядрами углерода.

Экспериментальный материал состоит из 1855 dC-взаимодействий /1233  $\pi^-$ -мезона, 4955 протонов/, 937 HeC-взаимодействий /994  $\pi^-$ -мезона/, 1512 CC-взаимодействий /2255  $\pi^-$ -мезонов/ и 1057 dTa-взаимодействий /5551 протон/.

## 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЯ $\pi^-$ -МЕЗОНОВ ПО МИНИМАЛЬНОЙ МАССЕ МИШЕНИ

Согласно закону сохранения энергии и импульса, минимальная масса мишени для образования одной вторичной частицы определяется как

$$n_k = \frac{E - p_{||}}{m_p}, \quad /3/$$

где E и  $p_{||}$  - энергия и продольный импульс вторичной частицы в лабораторной системе координат,  $m_p$  - масса протона. Эта величина характеризует порядок кумулятивности<sup>/7/</sup>.

На рис.1 представлены распределения  $\pi^-$ -мезонов по переменной  $n_k$  для трех типов взаимодействий /1/. Из рисунка видно, что при  $n_k > 0,05$  эти распределения имеют экспоненциальный характер. Экспериментальные данные были аппроксимированы экспоненциальной зависимостью вида

$$\frac{\Delta N}{\Delta n_k} = a e^{-b n_k}. \quad /4/$$

В таблице 1 приведены средние значения переменной  $n_k$ , значения параметра наклона b и значения  $\chi^2$  на одну степень свободы для каждого типа взаимодействий. Из таблицы видно, что независимо от типа ядра-снаряда все распределения хорошо аппроксимируются экспоненциальной функцией с приблизительно одинаковым параметром наклона, близким к наклону, полученному для взаимодействий на тантале<sup>/2/</sup>.

Таблица 1

Тип взаимодействия	dC→ $\pi^-$	HeC→ $\pi^-$	CC→ $\pi^-$	dC→p	dTa→p
$\langle n_k \rangle$	0,157±0,004	0,159±0,005	0,142±0,003	0,735±0,005	0,868±0,005
b	7,6 ± 0,3	7,4±0,3	8,5±0,2	7,7±0,3	7,4±0,2
$\chi^2/n$	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4

Таблица 2

Тип взаимодействия	$\langle p \rangle$ (ГэВ/с)	$\langle \theta \rangle$ (град.)	$\langle p_{  } \rangle$ (ГэВ/с)	$\langle y \rangle$	
dC→ $\pi^-$	I группа ( $n_k < 0,25$ )	0,62±0,02	0,57±0,01	0,232±0,004	1,23±0,02
	II группа ( $n_k > 0,25$ )	0,47±0,02	1,61±0,04	0,387±0,018	0,04±0,04
HeC→ $\pi^-$	I группа	0,64±0,02	0,57±0,01	0,232±0,005	1,24±0,02
	II группа	0,48±0,03	1,58±0,04	0,400±0,019	0,04±0,04
CC→ $\pi^-$	I группа	0,63±0,01	0,55±0,02	0,229±0,003	1,26±0,02
	II группа	0,51±0,02	1,56±0,03	0,412±0,016	0,08±0,03



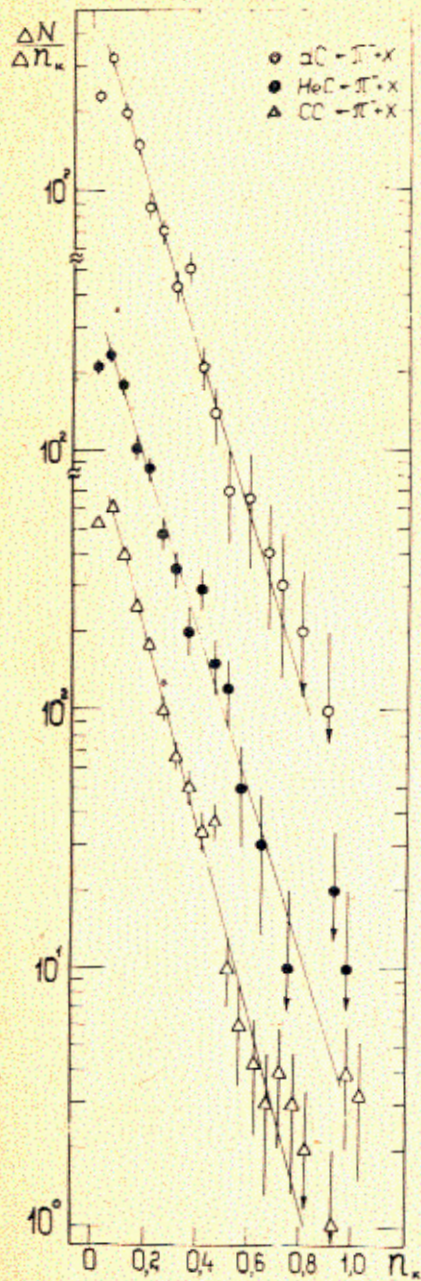


Рис.1. Распределения  $\pi^-$ -мезонов по переменной  $p_k$ , характеризующей порядок кумулятивности.

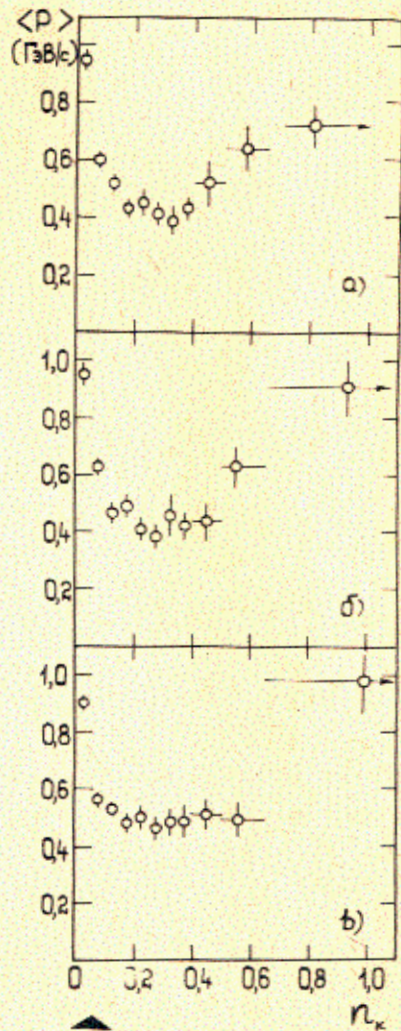


Рис.2. Средние значения импульсов  $\pi^-$ -мезонов в зависимости от переменной  $p_k$  для dC /а/, HeC /б/ и CC /в/ взаимодействий.

### 3. ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ПИОНОВ ОТ ПЕРЕМЕННОЙ $p_k$

На рис.2 представлена зависимость от переменной  $p_k$  средних значений импульсов отрицательных пионов, образованных в столкновениях ядер дейтерия, гелия и углерода с ядрами углерода. Видно, что при увеличении значения переменной  $p_k$  средние значения импульсов отрицательных пионов сначала быстро уменьшаются, достигают минимума при значении  $p_k \approx /0,2 \div 0,3/$ , а при дальнейшем увеличении  $p_k$  заметно растут. Такое поведение наблюдается для всех трех типов взаимодействий.

На рис.3 приводится зависимость средних поперечных импульсов отрицательных пионов от переменной  $p_k$ . С увеличением значения  $p_k$  наблюдается существенный рост средних поперечных импульсов  $\pi^-$ -мезонов для всех типов взаимодействий.

На рис.4 представлена зависимость от переменной  $p_k$  среднего угла вылета  $\pi^-$ -мезонов. Видно, что с увеличением значения переменной  $p_k$  средние значения углов вылета  $\pi^-$ -мезонов сначала резко растут, а потом, начиная со значения  $p_k \approx /0,3 \div 0,4/$ , выходят на "плато".

Зависимость от переменной  $p_k$  средних значений быстрот  $\pi^-$ -мезонов показана на рис.5. С увеличением значения переменной  $p_k$  средние значения быстрот  $\pi^-$ -мезонов сначала довольно сильно уменьшаются, а начиная со значения  $p_k \approx /0,3 \div 0,4/$  зависимость от  $p_k$  практически исчезает.

Экспериментальные данные, представленные на рис.2,4,5, показывают, что характер зависимости средних импульсных и угловых характеристик ( $\langle p \rangle$ ,  $\langle \theta \rangle$ ,  $\langle y \rangle$ )  $\pi^-$ -мезонов, рожденных в реакциях /1/, от минимальной массы мишени существенно меняется в области значений переменной  $p_k \approx /0,2 \div 0,4/$ . Поэтому все  $\pi^-$ -мезоны, рожденные в рассматриваемых реакциях, так же, как в работе /2/, были разделены на две группы: к первой группе отнесены  $\pi^-$ -мезоны с  $p_k < 0,25$ , а ко второй -  $\pi^-$ -мезоны с  $p_k > 0,25$ .

В табл.2 приведены средние импульсные и угловые характеристики этих двух групп  $\pi^-$ -мезонов для трех разных типов взаимодействий. Из таблицы видно, что средние характеристики I группы  $\pi^-$ -мезонов существенно отличаются от соответствующих характеристик II группы  $\pi^-$ -мезонов. При этом импульсные и угловые характеристики обеих групп практически не зависят от типа ядра-снаряда. Среднее значение скорости у  $\pi^-$ -мезонов II группы  $\langle y \rangle \approx 0$ . Это показывает, что мезоны II группы преимущественно образуются в области фрагментации ядра-мишени.

Для сравнения средних импульсных и угловых характеристик  $\pi^-$ -мезонов, образованных в реакциях /1/, с соответствующими характеристиками пионов, образованных на тяжелом ядре, в табл.3 приведены средние характеристики  $\pi^-$ -мезонов двух групп, рожденных в dTa-, HeTa- и STa-взаимодействиях /2/. Из табл.2 и 3 видно, что средние характеристики  $\pi^-$ -мезонов I группы существенно



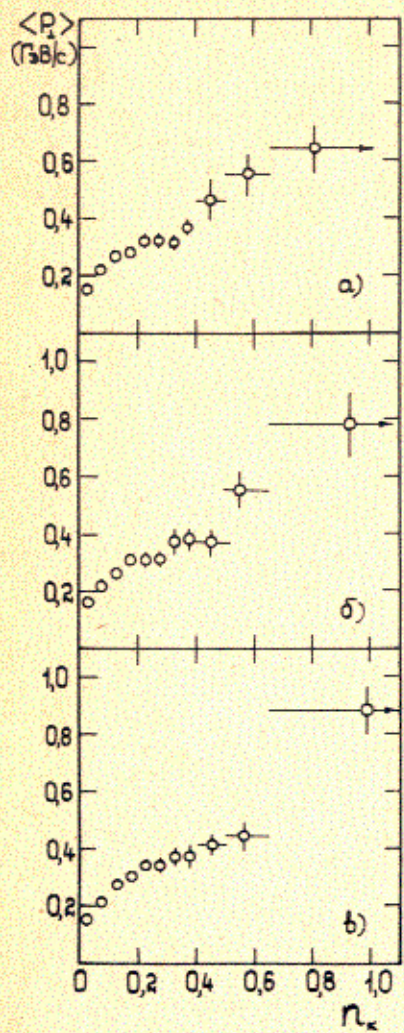


Рис.3. Зависимость средних поперечных импульсов  $\pi^-$ -мезонов от переменной  $n_{\pi}$  для dC /а/, HeC /б/ и CC /в/ взаимодействий.

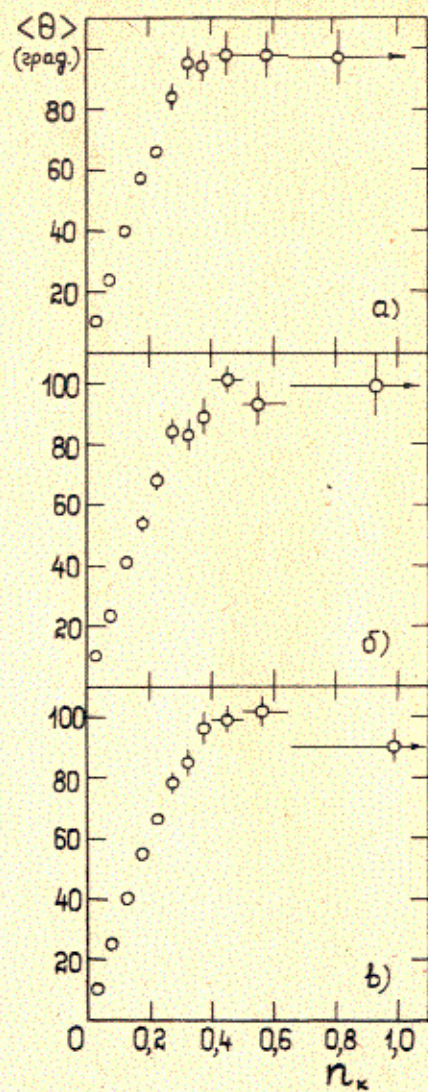


Рис.4. Зависимость среднего угла вылета  $\pi^-$ -мезонов от переменной  $n_{\pi}$  для dC /а/, HeC /б/ и CC /в/ взаимодействий.

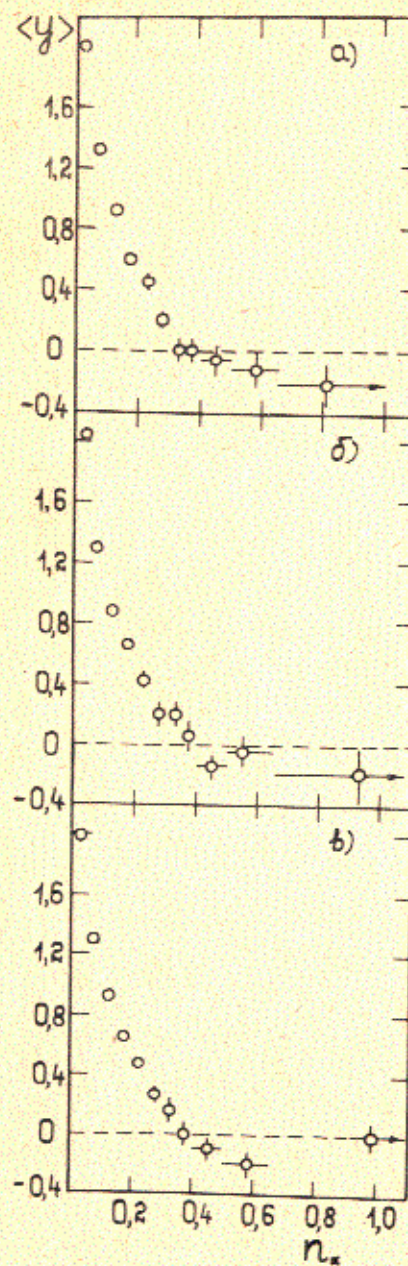


Рис.5. Зависимость средних значений быстрот  $\pi^-$ -мезонов от переменной  $n_{\pi}$  для dC /а/, HeC /б/ и CC /в/ взаимодействий.

зависят от типа ядра-мишени, а именно: у  $\pi^-$ -мезонов, рожденных на ядре углерода, средний импульс и быстрота заметно больше, а средний угол вылета заметно меньше, чем у  $\pi^-$ -мезонов, рожденных на ядре тантала. Однако средние импульсные и угловые характеристики  $\pi^-$ -мезонов II группы практически не зависят как от типа ядра-снаряда, так и от типа ядра-мишени.

На рис.6 представлены импульсные /а/ и быстротные /б/ распределения, распределения по поперечному импульсу /в/ и углу вылета /г/  $\pi^-$ -мезонов II группы, образованных в dC- и CC-взаимодействиях. Распределения нормированы на одинаковое число пионов. Видно, что для обоих типов взаимодействий распределения имеют одинаковый характер.



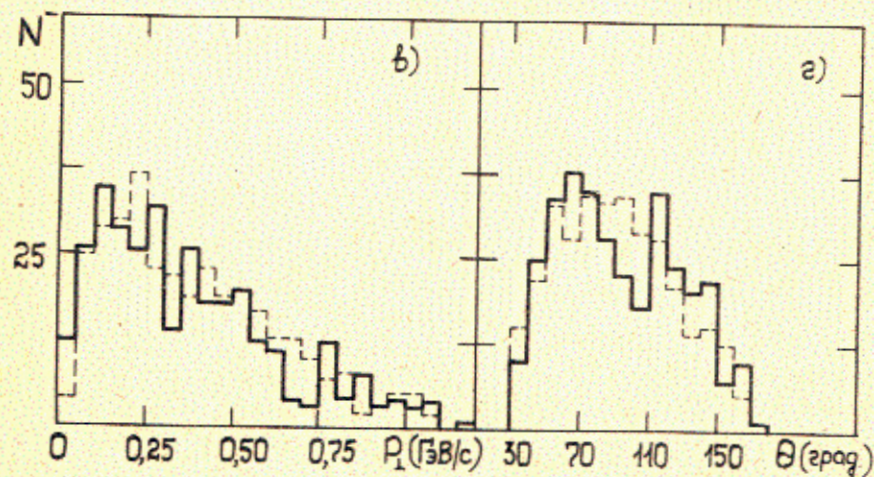
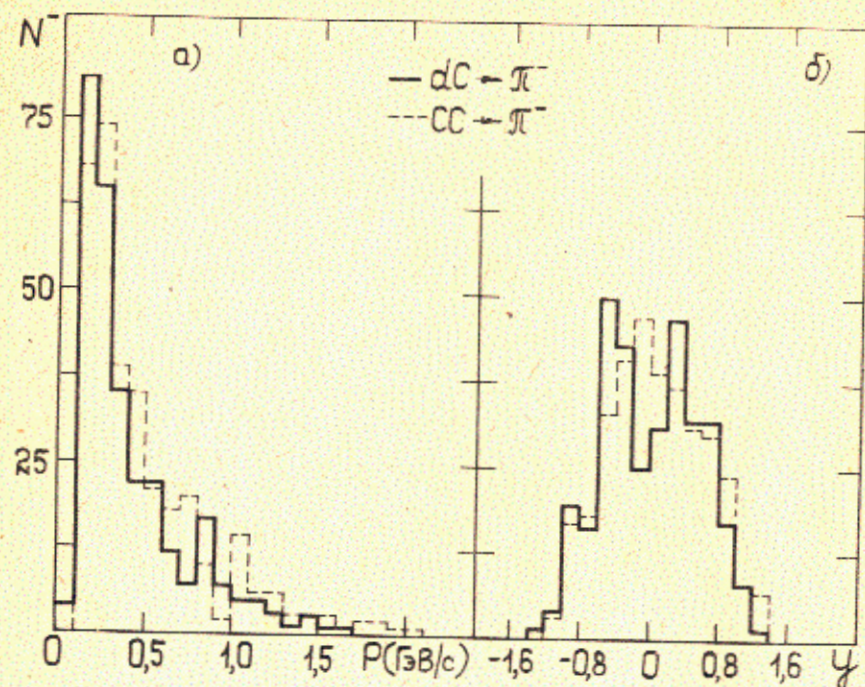


Рис. 6. Импульсные /а/ и быстротные /б/ распределения, распределения по поперечному импульсу /в/ и углу вылета /г/  $\pi^-$ -мезонов II группы / $n_k > 0,25$ / из dC- и CC-взаимодействий.

Таблица 3

Тип взаимодействия	$\langle p \rangle$ (ГэВ/с)	$\langle \theta \rangle$ (рад)	$\langle p_{\perp} \rangle$ (ГэВ/с)	$\langle y \rangle$	
$dTa \rightarrow \pi^-$	I группа ( $n_k < 0,25$ )	$0,48 \pm 0,02$	$0,72 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,01$	$0,96 \pm 0,02$
	II группа ( $n_k > 0,25$ )	$0,46 \pm 0,02$	$1,72 \pm 0,03$	$0,35 \pm 0,02$	$-0,06 \pm 0,03$
$HeTa \rightarrow \pi^-$	I группа	$0,49 \pm 0,02$	$0,71 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,01$	$0,96 \pm 0,02$
	II группа	$0,51 \pm 0,03$	$1,60 \pm 0,04$	$0,42 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,03$
$CTa \rightarrow \pi^-$	I группа	$0,49 \pm 0,01$	$0,69 \pm 0,01$	$0,202 \pm 0,003$	$1,01 \pm 0,01$
	II группа	$0,46 \pm 0,01$	$1,63 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,01$	$0,00 \pm 0,02$

Таблица 4

Тип взаимодействия	$\langle p \rangle$ (ГэВ/с)	$\langle \theta \rangle$ (рад)	$\langle p_{\perp} \rangle$ (ГэВ/с)	$\langle y \rangle$	
$dC \rightarrow p$	I группа	$1,11 \pm 0,02$	$0,71 \pm 0,01$	$0,382 \pm 0,004$	$0,66 \pm 0,07$
	II группа	$0,44 \pm 0,02$	$2,08 \pm 0,02$	$0,362 \pm 0,014$	$-0,12 \pm 0,01$
$dTa \rightarrow p$ ( $n_k < 1,1$ )	I группа	$0,75 \pm 0,01$	$0,75 \pm 0,01$	$0,378 \pm 0,004$	$0,46 \pm 0,01$
	II группа ( $n_k > 1,1$ )	$0,43 \pm 0,01$	$2,02 \pm 0,01$	$0,372 \pm 0,006$	$-0,140 \pm 0,003$

#### 4. РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОТОНОВ ПО МИНИМАЛЬНОЙ МАССЕ МИШЕНИ

Распределения вторичных протонов по переменной  $n_k$  для dC- и dTa-взаимодействий приведены на рис. 7. В области  $n_k < 1,1$  вид двух распределений заметно отличается: в dC-взаимодействиях больше протонов с малыми значениями  $n_k$  /быстрые протоны в области фрагментации ядра-снаряда/, чем в dTa-взаимодействиях. Наблюдаемый провал при  $n_k \sim 1$  в распределении для dTa-взаимодействий связан с поглощением в танталовых пластинах медленных протонов, вылетающих под углом  $\sim 90^\circ$  к направлению первичного ядра. Оба распределения имеют экспоненциальный вид, на-



чиная со значения переменной  $n_k = 1,1$ , т.е. в кумулятивной области. Значения параметра наклона  $b$ , полученные при фитировании экспериментальных данных экспоненциальной зависимостью /4/, и значения  $\chi^2$  на одну степень свободы приведены в табл.1. Из таблицы видно, что оба распределения имеют одинаковые в пределах ошибок параметры наклона. Кроме того, следует отметить, что значения параметра наклона экспоненциальной зависимости для вторичных протонов в кумулятивной области / $n_k > 1,1$ / и  $\pi^-$ -мезонов в области переменной  $n_k > 0,1$  практически совпадают и не зависят ни от типа ядра-снаряда, ни от типа ядра-мишени.

### 5. ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИЧНЫХ ПРОТОНОВ ОТ ПЕРЕМЕННОЙ $n_k$

Зависимость средних значений импульсов вторичных протонов, образованных в реакциях /2/, от значения переменной  $n_k$  показана на рис.8. Для обоих типов взаимодействия при увеличении значения переменной  $n_k$  средние значения импульсов вторичных протонов сначала резко уменьшаются, достигают минимума при  $n_k \approx /0,9 \div 1,1/$ , а затем существенно растут. Некоторая немонотонность зависимости для dTa-взаимодействий при значении переменной  $n_k \approx 1$  вызвана поглощением медленных протонов в танталовых пластинах.

На рис.9 представлена зависимость средних поперечных импульсов вторичных протонов от переменной  $n_k$  для dC- и dTa-взаимодействий. Эта зависимость имеет одинаковый характер для обоих типов взаимодействий; завышенные значения  $\langle p_{\perp} \rangle$  для dTa-взаимодействий при  $n_k \approx 1$  объясняются потерей медленных протонов в танталовых пластинах. Отметим, что в кумулятивной области с увеличением значения переменной  $n_k$  наблюдается существенный рост средних поперечных импульсов вторичных протонов.

На рис.10 показана зависимость среднего угла вылета протонов от переменной  $n_k$  для рассматриваемых взаимодействий. С увеличением значения переменной  $n_k$  средние значения углов вылета вторичных протонов сначала резко растут, а потом, начиная со значения  $n_k \approx /1,1 \div 1,2/$ , выходят на "плато".

Зависимость средних значений быстрот вторичных протонов от переменной  $n_k$  для dC- и dTa-взаимодействий показана на рис.11. С увеличением значения переменной  $n_k$  средние значения быстрот вторичных протонов сначала быстро уменьшаются, а при  $n_k > 1$  их зависимость от  $n_k$  становится слабой.

Следует отметить, что характер зависимости средних импульсных и угловых характеристик протонов от переменной  $n_k$  такой же, как для  $\pi^-$ -мезонов /см. рис.2-5/, только изменение характера зависимости у протонов происходит в области  $n_k \approx /0,9 \div 1,2/$ , а у  $\pi^-$ -мезонов - в области  $n_k \approx /0,2 \div 0,4/$ .

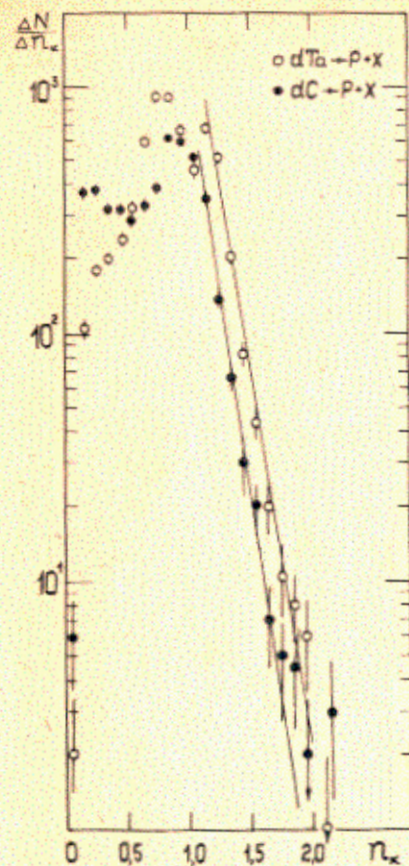


Рис.7. Распределения вторичных протонов по переменной  $n_k$  для dC- и dTa-взаимодействий.

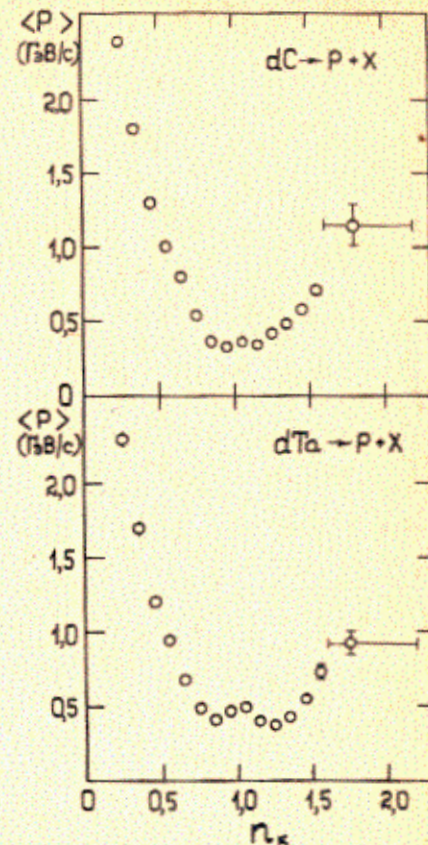


Рис.8. Средние значения импульсов вторичных протонов в зависимости от переменной  $n_k$  для dC- и dTa-взаимодействий.

На основе изменения поведения средних импульсных и угловых характеристик вторичных протонов в зависимости от значения переменной  $n_k$  все протоны, образованные в реакциях /2/, были разделены на две группы: к первой группе отнесены протоны с  $n_k < 1,1$ , а ко второй группе - протоны с  $n_k > 1,1$ . В табл.4 приведены средние характеристики этих двух групп протонов для dC- и dTa-взаимодействий. Из таблицы видно, что средние значения импульса



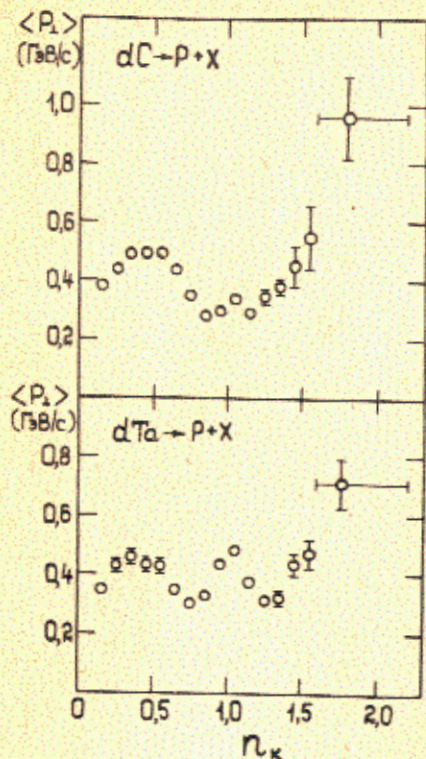


Рис.9. Зависимость средних поперечных импульсов вторичных протонов от переменной  $n_k$  для dC- и dTa - взаимодействий.

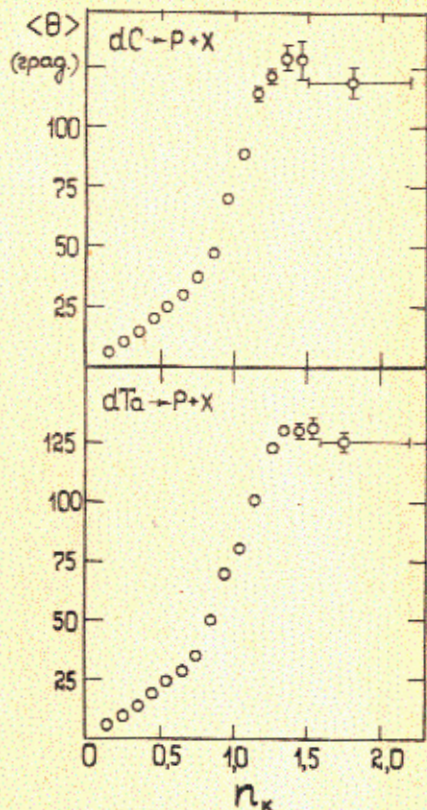


Рис.10. Зависимость среднего угла вылета протонов от переменной  $n_k$  для dC- и dTa - взаимодействий.

и быстроты у I группы протонов существенно зависят от типа ядра-мишени, в то время как средние характеристики II группы протонов в пределах экспериментальных ошибок не зависят от типа ядра-мишени. Интересно отметить, что средние характеристики протонов II группы очень близки к средним характеристикам  $\pi^-$ -мезонов II группы /см. табл.2-4/.

На рис.12 представлены импульсные /а/ и быстроечные /б/ распределения, распределения по поперечному импульсу /в/ и углу вылета /г/ протонов II группы /кумулятивные протоны/ из dC- и dTa - взаимодействий. Распределения нормированы на одинаковое число протонов. Некоторое отличие распределений частично связано с поглощением медленных протонов в танталовых пластинах.

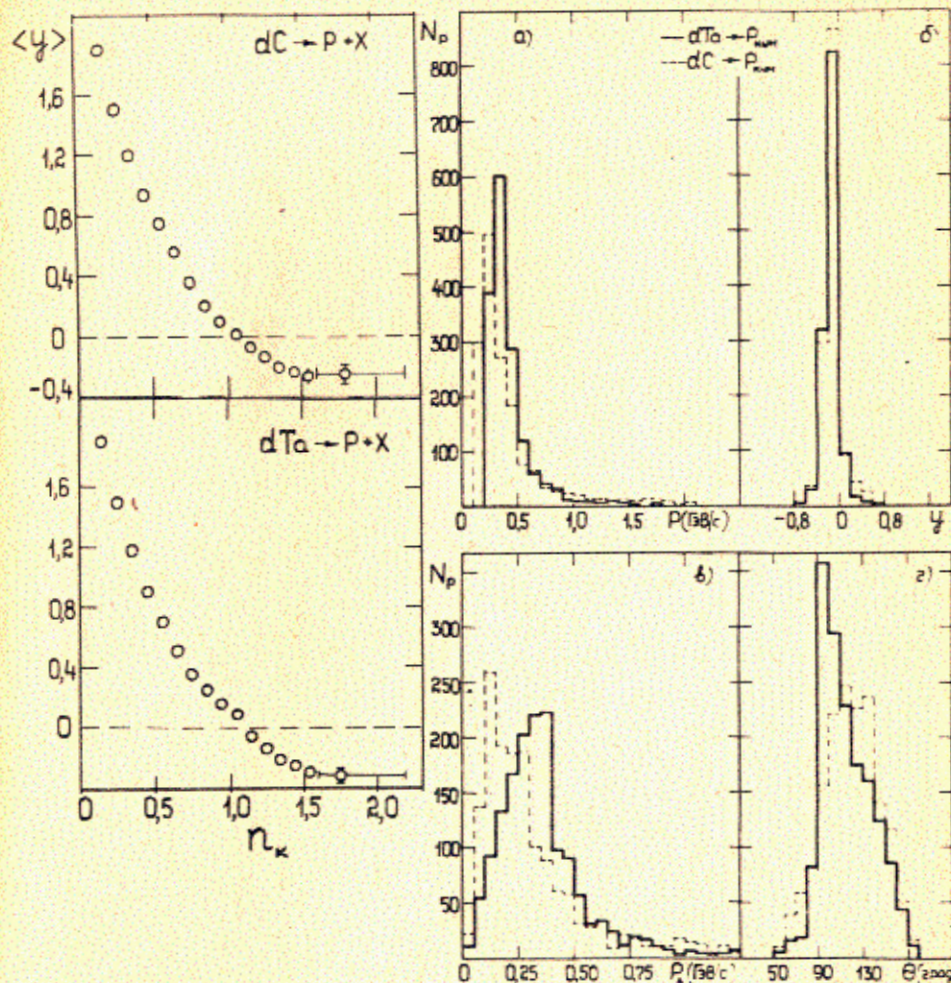


Рис.11. Зависимость средних значений быстрот вторичных протонов от переменной  $n_k$  для dC- и dTa - взаимодействий.

Рис.12. Импульсные /а/ и быстроечные /б/ распределения, распределения по поперечному импульсу /в/ и углу вылета /г/ вторичных протонов II группы / $n_k > 1,1$ / из dC- и dTa - взаимодействий.

## 6. ВЫВОДЫ

1. Распределения вторичных частиц,  $\pi^-$ -мезонов и протонов, образующихся в ядро-ядерных взаимодействиях, по переменной  $n_k$ , характеризующей порядок кумулятивности, имеют в области  $n_k > 0,1$



для  $\pi^-$ -мезонов и  $p_K > 1,1$  для протонов экспоненциальный характер с одинаковым параметром наклона  $\sim 1/7-8$ , не зависящим ни от типа ядра-снаряда, ни от типа ядра-мишени.

2. Зависимости средних импульсных и угловых характеристик  $\langle p \rangle$ ,  $\langle \theta \rangle$ ,  $\langle p_x \rangle$ ,  $\langle y \rangle$  от переменной  $p_K$  имеют подобный вид для  $\pi^-$ -мезонов и протонов; изменение характера зависимости происходит у  $\pi^-$ -мезонов в области  $p_K \approx 0,2 \div 0,4$ , а у протонов - в области  $p_K \approx 0,9 \div 1,1$ .

3. Протоны с  $p_K > 1,1$  и  $\pi^-$ -мезоны с  $p_K > 0,25$  имеют одинаковые средние импульсные и угловые характеристики, не зависящие от типа ядра-снаряда и ядра-мишени.

4. Средние импульсные и угловые характеристики протонов с  $p_K < 1,1$  и  $\pi^-$ -мезонов с  $p_K < 0,25$  существенно зависят от типа ядра-мишени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, Р1-81-176, Дубна, 1981; ЯФ, 1981, 34, с.1517.
2. Баатар Ц. и др. ОИЯИ, Р1-81-516, Дубна, 1981; ЯФ, 1982, 36, с.431.
3. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, Р1-84-35, Дубна, 1984.
4. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, 1-12424, Дубна, 1979.
5. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, 1-82-235, Дубна, 1982.
6. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, Р1-83-662, Дубна, 1983.
7. Балдин А.М. ОИЯИ, Е2 83-415, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 мая 1984 года.

#### НЕТ ЛИ ПРОВЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтринной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований



ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Армутлийски Д. и др. P1-84-328  
Импульсные и угловые характеристики  $\pi^-$ -мезонов и протонов, образованных в ядерных столкновениях при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон, как функции минимальной массы мишени

Исследуется зависимость от переменной, характеризующей порядок кумулятивности, импульсных и угловых характеристик отрицательных пионов и протонов, образованных в ядро-ядерных взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон. Показано, что характер зависимости от кумулятивной переменной одинаков для разных типов сталкивающихся ядер и имеет подобный вид для пионов и протонов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Armutliyski D. et al. P1-84-328  
Momentum and Angular Characteristics of  $\pi^-$ -Mesons and of Protons Generated in Nucleus-Nucleus Interactions at 4.2 GeV/c per Nucleon as Functions of Minimum Mass of a Target

Momentum and angular characteristics of negative pions and of protons generated in nucleus-nucleus interactions at 4.2 GeV/c per nucleon are investigated as functions of a variable, characterizing the order of cumulativity. It is shown that the character of the dependence on the cumulative variable does not depend on the type of colliding nuclei and is similar for pions and protons.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1984