

## ВЛИЯНИЕ ЯДРА НА СРЕДНИЕ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В НЕЙТРИННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

Р.Аммар<sup>5)</sup>, В.Аммосов<sup>1)</sup>, А.Бакич<sup>1 1)</sup>, В.Баранов<sup>1)</sup>, Т.Барнет<sup>6)</sup>,  
Ю.Батусов<sup>3)</sup>, С.Бунятов<sup>3)</sup>, Р.Вилкс<sup>6)</sup>, Г.Вильчинский<sup>8)</sup>,  
Л.Войводик<sup>4)</sup>, В.Волтер<sup>8)</sup>, Б.Войсек<sup>8)</sup>, П.Горичев<sup>2)</sup>, Д.Гресс<sup>5)</sup>,  
М.Губаева<sup>1)</sup>, М.Дайон<sup>1 2)</sup>, Р.Дэвис<sup>5)</sup>, О.Егоров<sup>2)</sup>, М.Иванова<sup>1 0)</sup>,  
Н.Квак<sup>5)</sup>, В.Клюхин<sup>1)</sup>, Э.Колганова<sup>2)</sup>, Д.Копадж<sup>5)</sup>, С.Кривджинский<sup>6)</sup>,  
О.Кузнецов<sup>3)</sup>, Д.Лорд<sup>6)</sup>, В.Люков<sup>3)</sup>, И.Махлюева<sup>2)</sup>, А.Ольшевский<sup>8)</sup>,  
Л.Пик<sup>1 1)</sup>, П.Питухин<sup>1)</sup>, Е.Пожарова<sup>2)</sup>, В.Раппопорт<sup>1 2)</sup>, Р.Раймер<sup>5)</sup>,  
Р.Розенбладт<sup>6)</sup>, Г.Рубин<sup>7)</sup>, В.Сиротенко<sup>1)</sup>, В.Смарт<sup>4)</sup>,  
В.Смирнитский<sup>2)</sup>, Р.Стамп<sup>5)</sup>, В.Третьяк<sup>3)</sup>, Х.Чернев<sup>9)</sup>,  
В.Шаманов<sup>2)</sup>, А.Юрак<sup>8)</sup>

Представлены результаты сравнительного анализа средних множественностей вторичных заряженных частиц при взаимодействии нейтрино с ядрами фотоэмульсии и неона. Наблюдается резкое уменьшение средней множественности сильноионизирующих частиц при  $W^2 \rightarrow 40$  ГэВ<sup>2</sup> в  $\nu Et$ -взаимодействиях в отличие от  $hEt$ -взаимодействий. Такое падение не находит количественного описания в рамках модели партон-адронного каскада.

Изучение неупругих взаимодействий лептонов с атомными ядрами при высоких энергиях позволяет получить информацию о процессах множественного рождения вторичных адронов в их пространственно-временном развитии<sup>1)</sup>. Уникальную возможность для проведения таких исследований представляют гибридные эксперименты, использующие в качестве мишени ядерную фотоэмульсию, в которой регистрируются все заряженные частицы вплоть до продуктов развала ядра-мишени.

В настоящей работе представлены данные, полученные в гибридном эксперименте<sup>2)</sup> с криогенночувствительной ядерной фотоэмульсией, помещенной внутрь пятнадцатифутовой пузырьковой камеры (ПК) ФНАЛ, и облучавшейся в нейтринном пучке с широким спектром энергий до 200 ГэВ. В фотоэмульсии (средний атомный вес  $\langle A \rangle = 80$ ) было отобрано 206 нейтринных взаимодействий заряженного тока (ЗТ). Для сравнительного анализа использованы нейтринные данные<sup>3)</sup>, полученные на пятнадцатифутовой ПК, заполненной неон-водородной смесью (64 % атомов неона,  $A = 20$ ). В ПК было отобрано 4000 взаимодействий ЗТ. Для данных выборок средняя энергия нейтрино составила  $\langle E_\nu \rangle \sim 50$  ГэВ, квадрат переданного адронам четырехимпульса  $Q^2$  достигал 100 (ГэВ/с)<sup>2</sup>, а инвариантная масса адронной системы менялась в интервале от 1 до 15 ГэВ. Детали анализа и отбора взаимодействий приведены в работе<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> ИФВЗ, Серпухов, СССР.

<sup>2)</sup> ИТЭФ, Москва, СССР.

<sup>3)</sup> ОИЯИ, Дубна, СССР.

<sup>4)</sup> ФНАЛ, Батавия, США.

<sup>5)</sup> Канзаский Университет, США.

<sup>6)</sup> Вашингтонский Университет, Сиэтл, США.

<sup>7)</sup> ИИТ, Чикаго, США.

<sup>8)</sup> ИЯФ, Краков, ПНР.

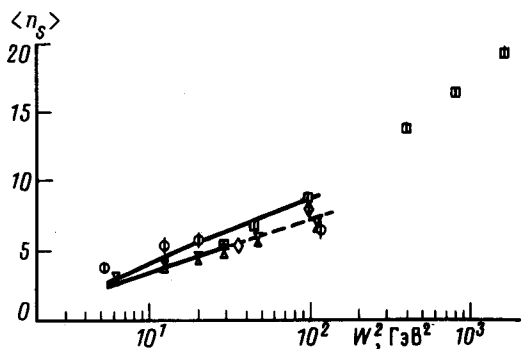
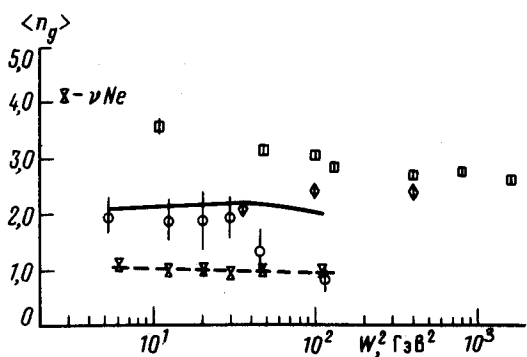
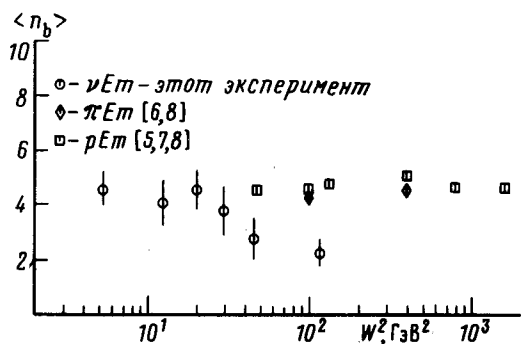
<sup>9)</sup> ИЯИЯЭ, София, НРБ.

<sup>10)</sup> Пловдивский Университет, Пловдив, НРБ.

<sup>11)</sup> Сиднейский Университет, Сидней, Австралия.

<sup>12)</sup> ФИАН, Москва, СССР.

Для сравнения с экспериментальными данными были проведены расчеты по моделям внутриядерного каскада (ВК) <sup>4</sup> и партон-адронного каскада (ПАК) <sup>1</sup> в ядре. Предсказания по модели ПАК получены при значении квадрата поперечной массы партона  $\mu^2 = 0,08 \text{ ГэВ}^2$ , которая определяет длину его формирования  $I_f = p/\mu^2$ .



Зависимость от  $W^2$  средних множественностей  $a$  -  $b$ -частиц;  $b$  -  $g$ -частиц;  $c$  -  $s$ -частиц. Кривые - предсказания модели ПАК: — для  $\nu Em$ - и - - - - для  $\nu Ne$ -взаимодействий

С целью изучения ядерных эффектов исследовались средние множественности частиц различных типов: релятивистских  $s$ -частиц ( $\beta > 0,7$ ), "серых"  $g$ -частиц ( $0,2 < \beta < 0,7$ ) и "черных"  $b$ -частиц ( $\beta < 0,2$ ), которые испаряются возбужденным ядром.

Данные по средним множественностям вторичных заряженных частиц представлены ниже.

	$\nu Em$		$\nu Ne$	
	$\langle n_s \rangle$	$\langle n_g \rangle$	$\langle n_s \rangle$	$\langle n_g \rangle$
экс	$5,16 \pm 0,20$	$1,82 \pm 0,16$	$4,70 \pm 0,02$	$0,82 \pm 0,02$
ВК	7,30	3,95	6,03	1,68
ПАК	5,30	2,31	4,78	1,05

Как видно из таблицы, средняя множественность  $s$ -частиц в  $\nu Em$ -взаимодействиях оказывается больше, чем в  $\nu Ne$ -взаимодействиях. Возрастание множественности с ростом атомного номера ядра свидетельствует о наличии внутриядерного каскада. Расчетами в рамках модели ВК (точность  $\sim 10\%$ ) не удается описать экспериментальные данные. Расчеты по модели ПАК в пределах точности расчетов ( $\sim 10\%$ ) описывают средние множественности как  $s$ -, так и  $g$ -частиц в нейтринных взаимодействиях.

На рисунке представлены зависимости средних множественностей  $(a)b$ -,  $(b)g$ - и  $(c)s$ -частиц от квадрата инвариантной массы адронного блока  $W^2$  в  $\nu Em$ - и  $\nu Ne$ -взаимодействиях. Там же показаны данные адронных экспериментов <sup>5-8</sup> и предсказания модели ПАК. Наблюдается резкое падение средней множественности  $b$ - и  $g$ -частиц в  $\nu Em$ -взаимодействиях при  $W^2 > 40$  ГэВ<sup>2</sup>, в то время как  $\langle n_g \rangle$  для  $\nu Ne$ -взаимодействий слабо зависит от  $W^2$ . Отметим так же средние множественности сильноионизирующих частиц в  $hEM$ -взаимодействиях практически не зависят от  $W^2$  <sup>7, 8</sup>.

В  $\nu Em$ -взаимодействиях наблюдается замедление роста  $\langle n_g \rangle$  с ростом  $W^2$  в отличие от  $hEM$ -взаимодействий.

Падение средних множественностей сильноионизирующих частиц в  $\nu Em$ -взаимодействиях наблюдается также и в зависимостях  $\langle n_b \rangle$ ,  $\langle n_g \rangle$  от  $Q^2$  и  $E\nu$ .

Качественно модель ПАК объясняет падение множественности сильноионизирующих частиц с ростом  $E\nu$ ,  $Q^2$  и  $W^2$  тем фактом, что ядро возбуждают только адроны, сформировавшиеся внутри его, число которых уменьшается с ростом переданной энергии. Однако количественные расчеты по модели ПАК дают завышенные значения для множественности  $s$ - и  $g$ -частиц, превышение составляет  $\sim 5$  стандартных отклонений для  $\langle n_g \rangle$  при  $W^2 > 40$  ГэВ<sup>2</sup>.

#### Литература

1. Николаев Н.Н. ЭЧАЯ, 1981, 12, 162.
2. Antar R., et al. Acta Phys. Polonica. B, 1986, 17, 41.
3. Аммар Р. и др. Препринт №91, М.: ИГЭФ, 1986.
4. Барашенков В.С., Тонеев В.Д. Взаимод. высокоэнерг. частиц и атомных ядер с ядрами. М.: Атомиздат, 1972.
5. Winzeler H. et al. Nucl. Phys., 1965, 69, 661.
6. Kohli J.M. et al. Nucl. Phys. B, 1969, 14, 500.
7. Гулямов К.Г., Гулямов У.Г., Чернов Г.М. ЭЧАЯ, 1978, 9, 554.
8. Abdurazakova Y.A. et al. Acta Phys. Polonica B, 1987, 18, 249.

Поступила в редакцию  
16 марта 1989 г.