

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ГЛУБОКОНЕУПРУГИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ АНТИНЕЙТРИНО С НУКЛОНАМИ ПРИ ЭНЕРГИЯХ 2 — 25 ГэВ НА КАМЕРЕ СКАТ

*В.М.Кораблев, В.А.Коротков, Е.П.Кузнецов,
В.В.Махеев, Ю.П.Никитин, А.Ю.Поляруш,
А.А.Соколов, Ю.И.Смирнов, Д.С.Баранов,
А.А.Иванчиков, В.И.Конюшко*

Представлены результаты анализа эксперимента по глубоконеупругому антинейтрину на нуклонах $\tilde{\nu}_\mu + N \rightarrow \mu^+ + X$. Получены распределения по скейлинговым переменным $x' = q^2/(2M\nu + M^2)$ и $y = \nu/E_{\tilde{\nu}}$. Определена зависимость среднего квадрата переданного 4-импульса от энергии: $\langle q^2 \rangle = (0,14 \pm 0,12) + (0,13 \pm 0,02)E_{\tilde{\nu}}$.

Эксперимент выполнен на пузырьковой камере СКАТ [1], экспонированной в широкополосном пучке антинейтринно на ускорителе ИФВЭ [2]. Камера была заполнена бромистым фреоном CF_3Br , свойства которого обеспечивают уверенную регистрацию нейтральных частиц и надежное выделение мюона. Полный фотографируемый объем камеры составляет $6,5 \text{ м}^3$. Эффективный объем камеры был выбран равным $1,7 \text{ м}^3$.

Данный анализ основан на обработке 55 000 фотографий. Вся статистика была просмотрена дважды. Эффективность просмотра составила 98%. Отбор кандидатов в реакцию глубоконеупругого взаимодействия



производился по следующим критериям: вершина события расположена в эффективном объеме; в событии присутствует кандидат на μ^+ -мезон — положительно заряженной трек с наибольшим поперечным импульсом; покидающий камеру без взаимодействия; сумма продольных импульсов всех частиц в данном взаимодействии по направлению нейтринно удовлетворяет условию $\Sigma P_x \geq 1 \text{ ГэВ/с}$; полная видимая энергия в событии $E_{\text{vis}} \geq 2 \text{ ГэВ}$; квадрат импульса переданного адронам не должен превышать максимально допустимого для данной энергии.

Всего было зарегистрировано 348 событий, удовлетворяющих этим критериям. Вклад фоновых процессов (реакции, идущие через слабый нейтральный ток: $\tilde{\nu}_\mu + N \rightarrow \tilde{\nu}_\mu + \dots$ и взаимодействия нейтронов) был определен при изучении событий, не имеющих кандидата на мюон и составил величину 7%. В дальнейшем, все экспериментальные распределения были направлены на вклад от этих процессов.

Для определения энергии антинейтринно в каждом взаимодействии были введены поправки на потерянные нейтроны, экспериментально определенная эффективность регистрации которых составляет 60%. Исходя из спектра зарегистрированных нейтронов, поправка к энергии каждого события, в зависимости от величины энергии зарегистрированных

адронов $E_{h,vis}$ была получена в виде

$$\Delta E_h = 0,056 + 0,076 E_{h,vis}. \quad (2)$$

Среднее энергетическое разрешение в условиях данного эксперимента с учетом возбуждения ядра, разброса из-за фермиевского движения нуклонов в ядре и т. п. составило величину $\Delta E_{\tilde{\nu}}/E_{\tilde{\nu}} \approx 18\%$.

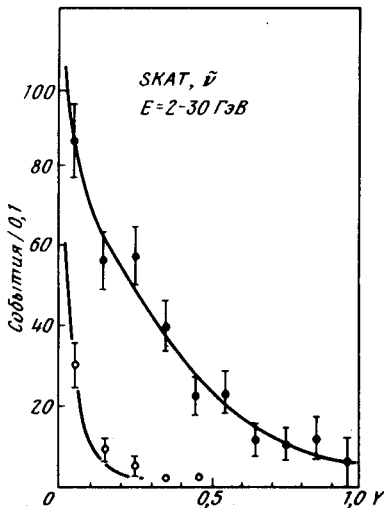


Рис. 1. Распределение событий по $y = \nu/E_{\tilde{\nu}}$: \circ — для упругих событий; \bullet — для неупругих событий. Кривые dN/dy рассчитаны со структурными функциями из [3] и ожидаемым спектром $\tilde{\nu}_\mu$

На рис. 1 представлено распределение событий по переменной $y = \nu/E_{\tilde{\nu}}$ ($\nu \equiv E_h$ — поправленная энергия переданная адронам). Светлыми точками на этом же графике показан вклад квазиупругих событий

$$\tilde{\nu} + p \rightarrow \mu^+ + n. \quad (3)$$

Для выделения процесса (3) были отобраны события, в которых имелся кандидат на μ^+ и не более, чем один нейтрон с кинетической энергией ($E_{кин}$) больше 30 МэВ. Кроме того требовалось, чтобы в событии отсутствовали протоны с $E_{кин} > 30$ МэВ (энергетический предел для испарительных нуклонов).

Результирующая кривая на рис. 1 учитывает наличие квазиупругого фона от процесса (3) и процесса глубоконеупругого рассеяния (1), дифференциальное сечение которого $d^2\sigma/dx'dy$ вычислялось по кварк-партонной модели со структурными функциями из работы [3] с заменой переменной $x = q^2/2M\nu$ на $x' = q^2/(2M\nu + M^2)$ (q^2 — квадрат переданного 4-импульса, M — масса нуклона). Известно, что такая замена позволяет лучше согласовать экспериментальные данные по eN - и μN -рассеянию с обычной кварк-партонной моделью.

Из рис. 1 видно, что данные по γ -распределению согласуются с предсказаниями простой кварк-партонной модели и имеют вид

$$\frac{d\sigma_{\tilde{\nu}}}{dy} \sim [(1-y)^2 + a],$$

где $a = \bar{Q}/Q = (1-B)/(1+B)$ и $B = (Q - \tilde{Q})/(Q + \tilde{Q})$ — доля импульса антикварков в нуклоне.

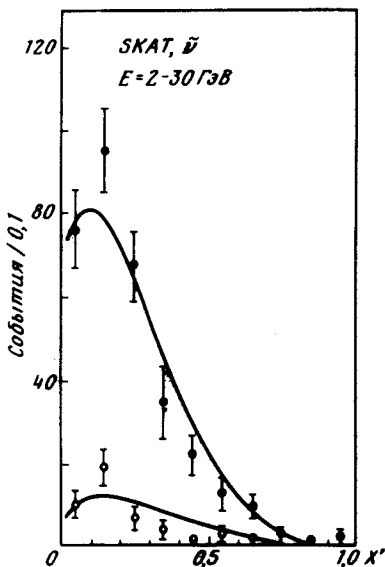


Рис.2. Распределение событий по переменной $x' = q^2/(2M\nu + M^2)$. Обозначения те же, что и на рис.1

На рис. 2 представлено распределение событий по переменной x' . Нижние точки — вклад квазиупругих событий (3). Ожидаемые распределения dN/dx' в процессах (1) и (3) вычислены в рамках предположений указанных выше.

Представленные данные позволяют сделать заключение, что параметризация структурных функций, полученная в работе [3] ($B \approx 0,86$) удовлетворительно описывает наши данные.

Гипотеза скейлинга предсказывает линейное поведение величины $\langle q^2 \rangle$ от энергии нейтрино: $\langle q^2 \rangle = 2M \langle xy \rangle E_{\nu}$.

На рис. 3 представлена экспериментальная зависимость $\langle q^2 \rangle$ от энергии. Прямая линия соответствует двухпараметрическому линейному фиту

$$\langle q^2 \rangle = (0,14 \pm 0,12) + (0,13 \pm 0,02)E_{\nu}$$

Этот результат в пределах ошибок совпадает с аналогичными данными, полученными на камере Гаргамель при энергиях (2 — 10) ГэВ [4]

$$\langle q^2 \rangle = (0,11 \pm 0,08) + (0,14 \pm 0,03)E_{\nu}$$

и данными полученными на калориметре ИФВЭ — ИТЭФ при $\langle E_{\bar{\nu}} \rangle = 9,2$ ГэВ [5]

$$\langle q^2 \rangle = -(0,14 \pm 0,09) E_{\bar{\nu}}.$$

Приведенные результаты позволяют сделать вывод, что в пределах имеющейся статистики в области энергии 2 — 25 ГэВ наблюдается качественное согласие экспериментальных данных по глубоконеупругому рассеянию антинейтрино на нуклонах с предсказаниями простой кварк-партонной модели. Этот результат согласуется с нашими данными [6] по исследованию глубоконеупругого рассеяния нейтрино в области энергии 2 — 30 ГэВ.

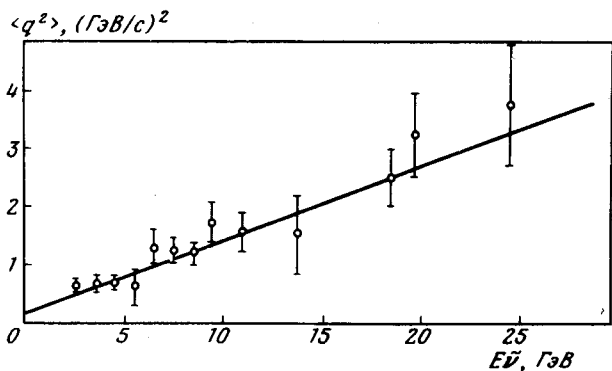


Рис.3. зависимость среднего q^2 от энергии антинейтрино. Прямая линия — результат двухпараметрического фита данных

Авторы выражают свою глубокую признательность. М.Д.Соловьеву, В.А.Ярбв, Н.Е.Тюрину и С.П.Денисову за постоянный интерес и поддержку нейтринных исследований на камере СКАТ, коллективам камеры СКАТ, нейтринного канала, фотолаборатории и отдела обработки за помощь в проведении эксперимента.

Институт
физики высоких энергий

Поступила в редакцию
24.сентября 1979 г.

Литература

- [1] Е.П.Кузнецов и др. Препринт ОИЯИ 10-4269, Дубна, 1968; Препринт ИФВЭ 71-75, Серпухов, 1971; ПТЭ, №3, 43, 47, 50, 54, 1979.
- [2] Д.Г.Баратов и др. Препринт ИФВЭ 76-84, Серпухов, 1976.
- [3] R. McElhaneу, S.F.Tuan. Phys. Rev., D8, 2267, 1973.
- [4] S.J.Barish et al. Phys. Lett., 66B, 291, 1977.
- [5] А.Е.Asratyan et al. Phys. Rev. Lett., 76B, 239, 1979.
- [6] D.S.Baranov et al. Phys. Lett., 81B, 258, 1979; Preprint IHEP 78-81, Serpukhov, 1978.