

НАБЛЮДЕНИЕ СЛАБОГО НЕЙТРАЛЬНОГО ТОКА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РЕАКТОРНЫХ АНТИНЕЙТРИНО С ДЕЙТРОНОМ

*Г.С.Видякин, В.Н.Выродов, И.И.Гуревич,
Ю.В.Козлов, В.П.Мартемьянов, С.В.Сухотин,
В.Г.Тарасенков, Е.В.Турбин, С.Х.Хакимов*

Получены первые результаты по измерению сечения взаимодействия реакторных антинейтрино с ядрами дейтерия по каналу слабого нейтрального тока $\sigma_{\text{НТ}} = (3,0 \pm 1,0) \cdot 10^{-44} \text{ см}^2/\text{дел.}$ Улучшена статистическая точность для сечения по каналу слабого заряженного тока $\sigma_{\text{ЗТ}} = (1,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-44} \text{ см}^2/\text{дел.}$ Определено отношение сечений обоих каналов $\Gamma_{\text{ЭКСП}} = \sigma_{\text{ЗТ}}/\sigma_{\text{НТ}} = 0,37 \pm 0,14$.

В работе ¹ был представлен детектор "Дейтон" предназначенный для изучения взаимодействий реакторных антинейтрино с ядрами дейтерия. В ней мы опубликовали результат только по заряженному каналу изучаемой реакции. В дальнейшем были проведены эксперименты по выяснению природы фона установки. Из пассивной защиты детектора был удален слой из карбида бора, что снизило фон на 15%. Были выполнены специальные эксперименты по измерению фона алюминия, из которого сделан бак детектора и трубы, пронизывающие графитовую сборку (всего в детекторе содержится ~ 130 кг алюминия). Показано, что дополнительные 27 кг алюминия, помещенные в центральную часть детектора увеличили фон на 250 соб/серию, в основном из-за реакции



Источником γ квантов в алюминии являются естественные примеси изотопа Th-232 ($E_{\gamma} = 2,61$ мэВ). Исходя из этого была получена оценка фона от 130 кг алюминия, содержащегося в детекторе — (750 — 800) соб/серию. Заменяв алюминий на нержавеющей сталь мы надеемся понизить фон детектора до уровня ~ 400 соб/серию или, другими словами, довести соотношение эффект/фон до 1 : 20. Дальнейшее уменьшение фона, по-видимому, возможно путем замены графита на более чистый в радиационном отношении материал (например, фторпласт).

Результаты эксперимента. Измерения в нейтральном канале проводились при трех различных фоновых условиях (в дальнейшем А, Б, В). Это связано с последовательной модернизацией пассивной защиты детектора.

Режим А: убран карбид бора из торцов защиты детектора.

Режим Б: убран карбид бора из верхней защиты детектора.

Режим В: карбид бора полностью убран из защиты детектора.

Для каждого из режимов был измерен счет одиночных нейтронов (эффект), коррелированный с работой реактора (разность счета при включенном и выключенном ближнем реакторе).

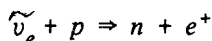
Получены следующие результаты:

Режим А: эффект = $(35,1 \pm 11,4)$ соб/серию.

Режим Б: эффект = $(23,0 \pm 22,1)$ соб/серию.

Режим В: эффект = $(31,0 \pm 13,1)$ соб/серию.

Для того, чтобы привести все режимы к одинаковым условиям, необходимо для каждого ввести поправку на события, связанные с рождением нейтронов в водородосодержащей защите детектора из-за реакции:



Карбид бора полностью подавлял эту составляющую коррелированного с работой реактора фона. Убрав карбид из защиты мы значительно понизили общий фон, заработав при этом не-

большой коррелированный фон. Он составляет величины $(2,6 \pm 0,3)$ соб/серию; $(3,3 \pm 0,3)$ соб/серию и $(5,8 \pm 0,5)$ соб/серию для режимов А, Б и В соответственно.

Вычитая эти поправки и складывая с весом результаты по всем трем режимам, получаем:

$$\text{эффект} = (28,1 \pm 7,9) \text{ соб/серию.}$$

Для того, чтобы определить эффект, относящийся только к $\bar{\nu}d$ взаимодействиям, полученную величину необходимо поправить на: 1) содержание обычной воды в тяжелой воде (0,17 %); 2) содержание обычной воды в графите (0,1 %); 3) перекачку событий из заряженного канала в нейтральный, связанную с конечной эффективностью регистрации нейтронов. Величины соответствующих поправок равны: 1) $(0,9 \pm 0,1)$ соб/серию; 2) $(1,2 \pm 0,1)$ соб/серию; 3) $(3,3 \pm 0,7)$ соб/серию. Отсюда суммарная поправка составляет величину $(5,4 \pm 0,8)$ соб/серию. Окончательно наблюдаемый эффект по каналу слабого нейтрального тока равен:

$$N_{\text{нт}} = (22,7 \pm 8,0) \text{ соб/серию,}$$

а сечение:

$$\sigma_{\text{нт}} = (3,0 \pm 1,0) \cdot 10^{-44} \text{ см}^2/\text{дел.}$$

Фон по заряженному каналу реакции (регистрируется два нейтрона в совпадении во временном окне 800 мкс) не менялся в пределах статистической точности в режимах А, Б и В. Поэтому, по аналогии с работой ¹, мы приведем лишь конечную таблицу, учитывающую возросшую статистическую точность измерений.

Режим реакторов		Число двукратных нейтрон. за серию	Число трехкратных нейтрон. за серию	Число четырехкратных нейтрон. за серию
Ближний	Дальний			
+	+	$59,5 \pm 0,9$	$13,8 \pm 0,4$	$5,3 \pm 0,2$
-	+	$51,4 \pm 1,2$	$13,9 \pm 0,6$	$5,6 \pm 0,4$
[+ +] - [- +]		$8,1 \pm 1,5$	$- 0,1 \pm 0,7$	$- 0,3 \pm 0,5$

74 суток реактор включен (+)

35 суток реактор выключен (-)

Отсюда находим сечение по заряженному каналу:

$$\sigma_{\text{зт}} = (1,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-44} \text{ см}^2/\text{дел.}$$

Отношение измеренных сечений равно:

$$\Gamma_{\text{эксп}} = \frac{\sigma_{\text{зт}}}{\sigma_{\text{нт}}} = 0,37 \pm 0,14 .$$

Измерения продолжаются. В ближайшее время авторы надеются осуществить замену основных конструкционных материалов детектора, что позволит значительно улучшить соотношение эффект/фон.

В заключение выражаем благодарность С.Т.Беляеву за постоянный интерес к работе и полезные обсуждения, Чечекину А.Ю. и Лыхину Э.В. за помощь в проведении эксперимента.

Литература

1. Видякин Г.С. и др. Письма в ЖЭТФ, 1989, 49, 130.