

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АНТИНЕЙТРИНО С ВЕЩЕСТВОМ В ОБЛАСТИ МАЛЫХ ПЕРЕДАЧ ЭНЕРГИИ

Ю. Н. Бажутов, В. П. Мартемьянов, Л. А. Микаэлян

В работе найдены экспериментально предел удельных потерь энергии реакторных антинейтрино ( $\bar{\nu}$ ) в веществе,  $i \leq (0,4 \pm 0,9) \times 10^{-15}$  Мэв·см<sup>2</sup>/г, и предел сечения ионизации  $\bar{\nu}, \sigma \leq (0,5 \pm 0,5) \times 10^{-36}$  см<sup>2</sup>/электрон. Полученные результаты исключают возможность объяснения проблемы обнаружения солнечного  $\nu$  аномальными потерями энергии с передачей энергии в каждом акте взаимодействия  $\bar{\nu} \gg 10$  эв при предположении адекватности взаимодействия  $\nu$  и  $\bar{\nu}$  с электроном.

Отсутствие наблюдаемого эффекта от солнечных нейтрино [1] породило несколько гипотез [2 — 6]. В одной из них [6] было обращено внимание на то обстоятельство, что существующие экспериментальные факты не исключают возможности поглощения энергии нейтрино ( $\nu$ ) в веществе Солнца путем малых передач ( $\xi < 100$  эв). Там же указывалось, что для реакторного спектра  $\bar{\nu}$  интересная с рассматриваемой точки зрения область удельных потерь ( $i$ ) энергии начинается при  $i \gtrsim 5 \cdot 10^{-13}$  Мэв·см<sup>2</sup>/г. Существовавшие ранее прямые измерения удельных потерь дают для  $i$  очень грубую оценку,

$$i \leq 10^{-3} \text{ Мэв} \cdot \text{см}^2/\text{г}, [7].$$

Величина удельных потерь может быть получена также из измерений сечения ионизации, проводившихся с помощью счетчика Гейгера. Используя лучшие результаты, полученные таким методом [8], с  $\beta$ -источником Ra ( $E_{\text{max}} \sim 1,2 \text{ Мэв}$ ),  $\sigma \leq 10^{-31} \text{ см}^2/\text{электрон}^1$ , можно заключить, что  $i \leq (6 \cdot 10^{-13} + 3 \cdot 10^{-9}) \text{ Мэв} \cdot \text{см}^2/\text{г}$  для передач энергии в акте ионизации  $\mathcal{E} = 20 \text{ эв} + 100 \text{ кэв}$ .

В данной статье представлены результаты эксперимента, в котором получены более низкие пределы  $i$  и  $\sigma$ . Эксперимент проводился на реакторе в потоке антинейтрино, равном  $\Phi = 2,5 \cdot 10^{11} \text{ н/см}^2 \cdot \text{сек}$ , двумя методами: токовым для непосредственного определения  $i$  и счетчиком Гейгера. В обоих случаях детектор помещался в специальную защиту, состоящую из 10 см стали снаружи, 10 см боркированного парафина, 15 см свинца и 10 см чугуна изнутри.

При измерении токовым методом использовался низкофоновый кристалл NaJ ( $\phi 70 \text{ мм} \times 300 \text{ мм}$ ) с фотоумножителем ФЭУ-52 М. Соответствие между величиной тока и интенсивностью световых вспышек устанавливалось с помощью светодиода. Для повышения чувствительности из полного тока ФЭУ вычитался ток, соответствовавший области спектра выше 70 кэв. Измерения проводились при включенном и выключенном реакторе и разность токов использовалась в качестве верхней границы эффекта от потерь энергии в кристалле. В результате нескольких измерений найден предел потерь энергии нейтрино в веществе:

$$i \leq (0,6 \pm 0,9) \cdot 10^{-15} \text{ Мэв} \cdot \text{см}^2/\text{г} \quad \text{для } \mathcal{E} \leq 70 \text{ кэв}.$$

Для измерения сечения ионизации в качестве детектора использовался счетчик Гейгера, марки СИ-5Г, окруженный ковром таких же счетчиков, включенных на антисовпадения с основным для уменьшения космического фона. Разность счета при включенном и выключенном реакторе приписывались эффекту от антинейтрино. В таком предположении получен верхний предел сечения взаимодействия реакторного антинейтрино с электронами газа Ar, наполняющего счетчик:

$$\sigma \leq (0,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-36} \text{ см}^2/\text{электрон},$$

что для интервала переданной энергии  $\mathcal{E} = 20 + 100 \text{ кэв}$  с одной статистической ошибкой соответствует  $i \leq 6 \cdot 10^{-18} + 3 \cdot 10^{-14} \text{ Мэв} \cdot \text{см}^2/\text{г}$ .

Таким образом полученные результаты с запасом в несколько порядков исключают возможность объяснения проблемы солнечного нейтрино аномальными энергетическими потерями в веществе с передачей энергии электрону  $\mathcal{E} \geq 10 + 20 \text{ эв}$  в каждом акте взаимодействия.

В заключение хотим поблагодарить за оказанное содействие в эксперименте А.И.Афонина.

Институт атомной энергии  
им. И.В.Курчатова

Поступила в редакцию  
23 июля 1973 г.

<sup>1)</sup> В работе [9] с использованием тритиевого источника был получен более низкий предел сечения, который здесь не рассматривался из-за существенно меньших энергий  $\bar{\nu}$ .

## Литература

- [ 1 ] R. Davis Jr., J. C. Evans, V. Radeka, L. C. Rogers. Neutrino '72, Europhysics Conference, 1, 5, 1972.
  - [ 2 ] V. N. Fetisov, Y. S. Kopysov. Neutrino '72, Europhysics Conference, 1, 23, 1972.
  - [ 3 ] М. Шепкин. Письма в ЖЭТФ, 17, 4, 226, 1973.
  - [ 4 ] Б. Понтекорво. Изв. АН СССР, сер. физ., 33, 1787, 1969.
  - [ 5 ] J. N. Bahcall, N. Cabibbo, A. Yahil. Phys. Rev. Lett., 28, 316, 1972.
  - [ 6 ] Л. А. Микаэлян. Письма в ЖЭТФ, 16, 6, 313, 1972.
  - [ 7 ] C. S. Wu. Phys. Rev., 59, 481, 1941.
  - [ 8 ] М. Е. Nahmias. Proc. Camb. Phil. Soc., 31, 99, 1935.
  - [ 9 ] J. H. Barrett. Phys. Rev., 79, 907, 1950.
-