

## НОВАЯ ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА ПО УПРУГОМУ РАССЕЯНИЮ РЕАКТОРНЫХ НЕЙТРИНО НА ЭЛЕКТРОНЕ

*А.В.Дербин, Л.А.Попеко, А.В.Черный, Г.А.Шишкина*

Описана низкофононая установка с полупроводниковым кремниевым детектором массой 25 кг. Представлен результат измерения сечения  $(\nu_e, e)$ -рассеяния в диапазоне энергии электронов отдачи от 0,8 до 4,0 МэВ.

1. Возможность экспериментального изучения таких процессов, как взаимодействие низкоэнергетических нейтрино с веществом, безнейтринный двойной бета-распад, стабильность электрона и нейтрино и др. ограничивается уровнем фона детекторов в области энергий ниже 5 МэВ, где фон вызван естественной радиоактивностью  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$ . Прямое решение этой проблемы состоит в использовании в качестве материала детектора исходно особо чистых материалов, таких как полупроводниковый германий и кремний. При использовании кремния возникает дополнительная возможность подавления гамма-фона за счет секционирования. В работе <sup>1</sup> предлагается создать кремниевый детектор объемом  $1 \text{ м}^3$ , расчетный фон которого позволяет проводить количественные измерения  $(\bar{\nu}e)$ -рассеяния в потоках нейтрино  $10^{12} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . В настоящее время создан детектор массой 25 кг, состоящий из 305 коаксиальных Si(Li) модулей диаметром 30, высотой 50 мм. Энергетическое разрешение модуля составило 3–6 КэВ. Число электронов в детекторе, за исключением поверхностного слоя, составляет  $(4,4 \pm 0,2) \cdot 10^{+27}$ . Конструктивно детектор оформлен в виде пяти матриц по 61 модулю в каждой. Матрицы помещались в свинцовую полость и работали в вакууме при температуре 100 К (рис. 1). Внешняя пассивная защита состояла из меди, свинца и кадмия. Эта сборка помещалась в полость жидкостного сцинтилляционного детектора и полиэтиленовую защиту.

Матричная схема съема и записи информации с помощью 80 спектрометрических каналов обеспечивала измерение энергетического спектра с идентификацией событий, происходящих в одном из модулей.

2. На рис. 2 представлены спектры фона, измеренные в различных условиях защиты детектора. Для градуировки по энергии измерялся спектр от кольцевого источника  $^{24}\text{Na}$  (гистrogramма 1). Энергетическое разрешение всего детектора составило 45 КэВ.

Коэффициент подавления за счет многократного рассеяния в детекторе для  $\gamma$ -квантов с энергией 2,75 МэВ в этих условиях составлял 3,3 для поверхностного модуля и 6,25 для центрального. Для энергетического диапазона от 1,5 до 4,0 МэВ фон центрального модуля в пересчете на весь детектор составлял  $N_{\Phi} = 50 \pm 10 \text{ день}^{-1}$ .

3. Этот детектор был установлен в нейтринной лаборатории <sup>3</sup> на Ровенской АЭС на расстоянии 18,1 м от центра активной зоны реактора мощностью 1375 МВт в нейтринном потоке  $6 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Спектры единичных событий с детектора измерялись при работающем (44 дня), остановленном (22,34 дня) и вновь работающем (20 дней) реакторе. Разница спектров при работающем и выключенном реакторе показана на рис. 3.

Верхние значения показывают интегральный эффект в интервале от  $E$  до 4,0 МэВ. Нижние — соответствующие значения по стандартной теории для спектра антинейтрино из работы <sup>4</sup> и  $\sin^2 \theta_w = 0,23$ . Полученное ограничение на сечение  $\sigma(\bar{\nu}, e) = (5,3 \pm 7,1) \cdot 10^{-45} \text{ см}^2/\text{деление}$  для  $1,5 E_e$  4,0 МэВ согласуется с измерением <sup>2</sup>.

Интерес к изучению рассеяния электронных (анти) нейтрино на электроны вызван в первую очередь возможностью наблюдения интерференции нейтрального и заряженного токов. Наше измерение согласуется с отрицательным знаком интерференции для энергии электронов отдачи более 1,0 МэВ.

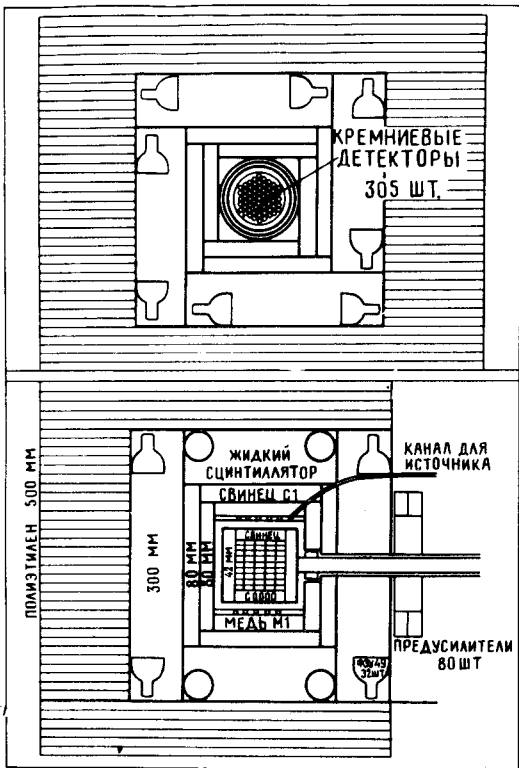


Рис. 1. Схема установки с кремниевым детектором

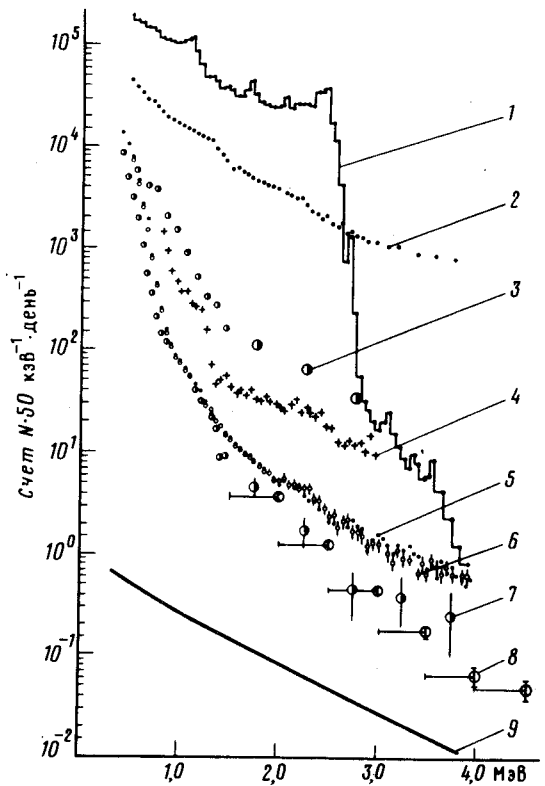


Рис. 2. Спектры единичных событий кремниевого детектора: 1 – градуировка по  $^{24}\text{Pu}$ ; 2 – фон на поверхности земли; 3 – центральный модуль на поверхности земли; 4 – в нейтринной лаборатории РАЭС (30 м.в.э.) с предусилителями, расположенными на поверхности криостата; 5, 6, – после устранения деталей электроники из криостата и включения активной защиты; 7 – то же для центрального модуля; 8 – фон из работы Ф.Райниса; 9 – ожидаемый спектр электронов отдачи ( $\bar{\nu}e$ )-рассеяния

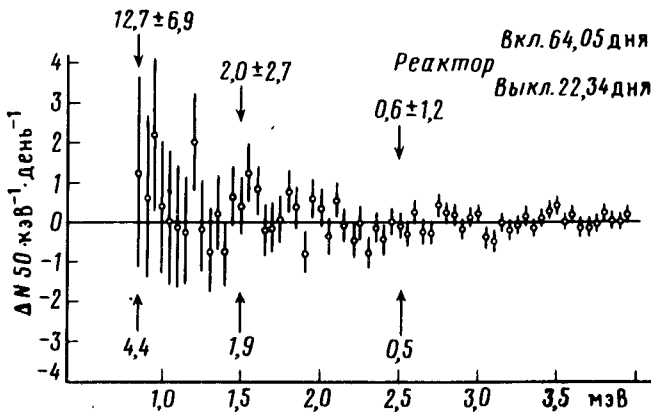


Рис. 3. Разностный спектр с кремниевого детектора при работающем и выключенном реакторе

Из-за сравнительно высокой эффективности регистрации  $\gamma$ -лучей (4%) для времени жизни нейтрино относительно распада  $^5$  из наших данных следует ограничение  $\tau_{\text{ц.м.}}/m_\nu$ , 50 с·эВ $^{-1}$ .

4. Следует подчеркнуть, что фон детектора в пятьдесят раз превышающий эффект от ( $\bar{\nu}e$ )-рассеяния, определяется низким коэффициентом подавления  $\gamma$ -лучей из-за малого объема. Расчетный фон для 250 кг детектора, который начнет работать в 1986 году, лишь в несколько раз будет превышать эффект в том же нейтринном потоке и позволит выполнить количественные измерения.

Авторы благодарят коллектив нейтринной лаборатории ИАЭ им. Курчатова И.В. во главе с профессором Л.А.Микаэляном за прием, постоянное внимание и помощь в работе.

## Литература

1. Дербин А.В., Петров Ю.В., Попеко Л.А. Атомная энергия, 1981, **50**, 400.
2. Reines F., Gurr H.S., Sobel H.W. Phys. Rev. Lett., 1976, **37**, 315.
3. Боровой А.А., Микаэлян Л.А. Атомная энергия, 1983, **54**, 144.
4. Копейкин В.И. ЯФ, 1980, **32**, 1507.
5. Vogel P. Phys. Rev., 1984, **D30**, 1505.

Институт ядерной физики им. Б.П.Константинова  
Академии наук СССР

---

Поступила в редакцию  
20 января 1986 г.