

ОБ ОДНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ  
В НЕЙТРИННОЙ АСТРОНОМИИГ. Зацепин<sup>1)</sup>, Б. Понтекерво

Несмотря на то, что потенциальная возможность нейтринной астрономии для получения сведений о Солнце стала ясной уже давно [1], до сих пор осуществлена только одна установка, способная, в принципе, зарегистрировать солнечные нейтрино [2]. Речь идет о  $Cl^{37} \rightarrow A^{37}$  радиохимическом методе [3]. Эта установка уже дала существенные сведения о Солнце, хотя солнечные нейтрино пока не удалось зарегистрировать с ее помощью [2].

Другие радиохимические методы [4], предложенные до сих пор, в принципе, могут дать важные дополнительные сведения, однако, они несравненно более трудно осуществимы.

Различные электронные методы [5], предложенные для регистрации нейтрино от Солнца, пока не осуществлены и не удовлетворяют ряду важных требований.

Каковы же желаемые свойства детектора солнечных нейтрино, основанного на электронных методах регистрации?

1. Установка должна регистрировать электроны от процесса  $\nu - e$ -рассеяния или электроны от обратного  $\beta$ -процесса с энергией порядка  $Mэв$  (и возможно ниже).

2. Чувствительная часть детектора должна составлять не менее  $\sim 10$  т.

3. Установка должна давать сведения о направлении прихода регистрируемых нейтрино.

4. Установка должна дать некоторые сведения об энергетическом спектре электронов, рождаемых нейтрино.

5. Желательно, чтобы установка достаточно сильно отличала электроны "нейтринной природы" от фоновых электронов.

6. Желательно создать бесфильмовый прибор, который "всегда готов". Действительно, редкость искомых событий приводит к тому, что неуправляемый трековый прибор совершенно не годится для нейтринной астрономии, а управляемый прибор трудно осуществим ввиду характера детектируемых событий (одиночные электроны с энергией в несколько  $Mэв$ ).

Нам представляется, что этим требованиям в значительной степени может удовлетворять новый тип детектора, который разрабатывается в настоящее время в различных лабораториях, главным образом, для нужд физики высоких энергий и космических лучей. Речь идет о жидкостном ионизационном приборе по возможности с внутренним умножением. Хотя жидкостные ионизационные камеры были осуществлены давно, они до последнего времени использовались только в режиме постоянного тока. В последнее время появились предварительные сообщения о создании импульсного прибора на жидком аргоне [6-8]. Особенно обнадеживают результаты Б.А. Долгошеина с сотрудниками, которым остроумным способом удалось получить с большой эффективностью режим, на поминающий гейгеровский [6].

<sup>1)</sup> Физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР.

Для целей нейтринной астрономии мы можем представить себе нечто похожее на многонитевую газово-пропорциональную камеру [9] объемом несколько кубометров, но наполненную жидким аргоном или другой жидкостью, сохраняющей свободные электроны. Поиски таких жидкостей, содержащих ядра элементов, подходящих для наблюдения обратного  $\beta$ -процесса (например,  ${}^2\text{H}$ ,  ${}^{19}\text{F}$ ...), представляют большой интерес.

Очевидно, что такая установка удовлетворяла бы требованиям 1 – 4, 6 более, чем любая другая, обсуждавшаяся до сих пор установка. Ниже показано, что пункт 5 также удовлетворяется. Это важно потому, что для всех не радиохимических методов необычайно трудно преодолеть фон от процессов, связанных с естественно радиоактивными элементами непосредственно или косвенным образом ( $\alpha n$ ,  $n\gamma$ ;  $n$ ,  $\gamma$ ;  $\gamma$  от деления U [10]). Электроны отдачи от этих  $\gamma$ -квантов (с непрерывным, хотя и круто падающим, энергетическим спектром вплоть до энергий, превышающих 10 Мэв) и являются основным источником фона. Расчеты показывают, что потоки  $\gamma$ -квантов и нейтронов, идущих из обычных горных пород, должны дать фон электронов в детекторе, превышающий на много порядков величин число электронов от нейтрино. Следовательно, помимо экранировки установки "особенно чистыми" материалами, требуется отличать электроны нейтринного происхождения от электронов фотонного происхождения. В отличие от методики с использованием больших сцинтилляторов, где обычно регистрируется полная энергия  $\gamma$ -кванта, предлагаемая установка позволяет выделить одиночные электроны, возникающие от  $\nu$ - $e$ -рассеяния, над фоном комптон-электронов, которые возникают не в одиночку. Это позволяет при заданном эффекте от  $\nu$ - $e$ -рассеяния работать в условиях интенсивности фоновых радиоактивных излучений, превышающей ту, которая была бы допустима при использовании больших сцинтилляторов. Аналогичная ситуация возникает и при наблюдении вызванного нейтрино обратного  $\beta$ -процесса при возникновении ядра сразу на основном уровне. При переходе на возбужденный уровень возникают  $\gamma$ -кванты, которые мешают указанной возможности уменьшения фона.

Для реализации нашего предложения необходимо преодолеть много трудностей принципиального и технического характера. Однако предвидимые успехи в решении соответствующих проблем и особенно в решении сложной проблемы съема информации позволяют надеяться, что создание установок такого типа для нейтринной астрономии, особенно солнечной астрономии, весьма перспективно.

В заключение мы хотим поблагодарить Б.А.Долгошеина, Б.Г.Зинова, А.Д.Кожина, А.А.Тяпкина за полезные обсуждения.

Объединенный институт  
ядерных исследований

Поступила в редакцию  
30 июля 1970 г.

### Литература

- [1] W.Fowler. *Astrophys. J.*, 127, 551, 1958; G.Marx, N.Menyhard. *Sci.*, 131, 299, 1960; Б.Понтекорво. *Знание – Сила*, №2, февраль 1961; УФН, 79, 3, 1963; J.Bahcall, W.Fowler, I.Iben, R.Sears. *Astrophys. J.*, 137, 344, 1963.
- [2] R.Davis, D.Harmer, K.Hoffman, *Phys. Rev. Lett.*, 20, 1205, 1968.
- [3] B.Pontecorvo. *Chalk River Report, P.D.*, 205, 1946; R.Davis. *Phys. Rev. Lett.*, 12, 303, 1964.

- [4] A.Cunyar, M.Goldhaber. Phys. Rev., 120, 871, 1960; В.Кузьмин. ЖЭТФ, 49, 1532, 1965; В.Кузьмин, Г.Зацепин. Proc. 9-th Int. Conf. on Cosmic Rays., 11, 1023, 1965, London.
- [5] F.Reines, W.Kropp. Phys. Rev. Lett., 12, 457, 1964; F.Reines, P.Woods. Phys. Rev. Lett., 14, 20, 1965; В.Кузьмин, Ю.Копысов. ЖФ, 4, 1031, 1966; F.Kelly, H.Uberall. Phys. Rev. Lett., 16, 145, 1966.
- [6] Б.Долгошеин, Л.Лебедеко, Б.Годионов. Письма в ЖЭТФ, 6, 755, 1967; Сб. аннотаций докладов, представленных на Международную конференцию по аппаратуре в физике высоких энергий, ОИЯИ, 135235, Дубна, 1970.
- [7] S.Eerenzo, F.Muller, C.Smits, L.Alvarez. UCRL - 19254.
- [8] А.Голованов, И.Голутвин, А.Зельдович, Н.Малашкевич, Б.Рябков, Е.Свиридов, Е.Силаев. Сб. аннотаций докладов, представленных на Международную конференцию по аппаратуре в физике высоких энергий ОИЯИ, 135235, Дубна 1970.
- [9] G.Chargak, R.Bouclier, T.Bressani, J.Favier, C.Zupancic. Nucl. Instr. and Meth., 62, 262, 1968; Б.Зинов. Бюллетень изобретений, 14. Авторское свидетельство №241553. 1969.
- [10] Е.Глотов, Г.Загребин, А.Елпидинский. Космические лучи, 10, 92, 1969.
-