

АКУСТИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Г.А.Аскаръян, Б.А.Долгошеин

Показана возможность регистрации нейтрино высокой энергии по акустическому импульсу от адронного ливня, рожденного нейтрино на большой глубине.

Регистрация нейтрино высоких энергий ($> 10^{13}$ эв) из-за редкости событий требует детекторов очень большой массы ($10^9 \div 10^{11}$ т). Использование черенковского света для регистрации адронных ливней от таких нейтрино на большой глубине в океане [1] трудно реализуемо из-за необходимого большого числа ФЭУ ввиду небольших длин поглощения света (~ 20 м).

Предложенная нами [2] акустическая регистрация таких нейтрино более эффективна из-за большой длины поглощения звука (сотни метров и более) и позволяет значительно увеличить объем регистрации и удешевить установку. В работе [3] было впервые рассмотрено излучение ультра- и гиперзвука от заряженных частиц в плотных средах из-за локальных нагревов и рождения микрополостей у треков частиц и предложено использование этого звука для регистрации частиц. Излучение звука связано с импульсным расширением среды при нагреве и рождением полостей в местах с большой удельной ионизацией — в треках δ -электронов, ядерных частиц, звезд, ядер отдачи и т. п. Излучение звука от усредненного расширения объема адронного ливня $V \approx \pi a^2 L$, где a — радиус $\sim 2 \div 3$ см и длина $L \approx 5$ м для энергий 10^{16} эв можно оценить в ближней волновой зоне ($L \ll R \ll L^2/\lambda = R^*$) в случае $\lambda \geq 2a$

давление $p_{\text{эфф}} \approx p_{\omega} \omega \approx \frac{\omega^2}{4\pi^{3/2}} \frac{a}{c} \frac{Q}{\sqrt{RR^*}} \approx \frac{A}{\sqrt{R}} \frac{Q}{L}$, где a — объемное

расширение при ядерно-ионизирующем воздействии, основная частота $\omega \approx \frac{\pi c_s}{a} \approx 3 \cdot 10^5$ рад/сек, Q — энерговыделение. Например, при $a > a_T \approx 10^{-4}$ град $^{-1}$ (терморасширение морской воды при 4°C) и теплоемкости $C \approx \text{кал/г} \cdot \text{град}$ получим $p_{\text{эфф}} > (Q(\text{эв})/10^{16})(1/\sqrt{R})$ дин/см 2 , что достаточно для приема на $R \approx 100$ м. Возможно, что $a \gg a_T$ из-за растворенных газов и специфики ионизирующего действия. Звуковое давление от каждой полости объема v и времени τ жизни $p_{\omega} > \rho \ddot{v}_{\omega} e^{i\phi\omega}/2\pi R$, где $\ddot{v}_{\omega} = i\omega v_m/2\pi$; при $\omega\tau > 1$; и $\ddot{v}_{\omega} = -\omega^2 v_m \tau/2\pi$ при $\omega\tau < 1$. Излучение от полостей может быть в сотни раз больше, чем термоакустическое, особенно при небольших гидростатических давлениях.

После доклада [2] были проведены эксперименты [5] в Брукхавене и измерен звуковой импульс от протонного пучка в воде $\rho \approx 3 \cdot 10^{-14}$ (дин/см 2)/(эв/см) на расстоянии 1 м. (В ранней работе [4] по звуку от радиации в жидкости абсолютная величина сигнала не приводилась).

Это показывает осуществимость регистрации нейтрино на глубине моря или озера (типа Байкал) системой 10^5 гидрофонов (на массу 10^{11} т). Поскольку излучение звука распространяется в диске с осью, совпадающей с осью ливня (различие $\Delta\theta \sim \chi_s/L$) можно определять угол при-

хода нейтрино. Малый уровень шумов на большой глубине и возможность отбора импульсов их обработкой облегчают регистрацию редких событий.

С помощью такой установки можно не только регистрировать нейтрино с энергией $> 10^{15}$ эв, образованных в галактическом и межзвездном пространстве ($\geq 10^3$ событий в год в массе $\sim 10^{11} m$), но и измерить сечение взаимодействия таких нейтрино, используя непрозрачность земного шара [6] (сравнением потоков вертикальных и горизонтальных нейтрино); осуществить поиск W -бозона [7] в резонансной реакции $\bar{\nu} + e \rightarrow W$ при $E_{\nu} \sim 10^{16}$ эв.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
9 декабря 1976 г.

Литература

- [1] H.Blood, T.Lerded, F.Reines, A.Roberts. DUMAND The ocean as a neutrino detector Preprint FERMILAB-Pub. 76/51/Exp 1976.
- [2] Г.А.Аскарьян, Б.А.Долгошеин. Report on the 1976 DUMAND Summer Workshop Hawaii, September, 1976; Препринт ФИАН №160, 1976.
- [3] Г.А.Аскарьян. АЭ, 3, 152, 1957.
- [4] В.Д.Воловик, Т.Ф.Попов. Письма в ЖТФ, 1, 601, 1975.
- [5] L.Sulak et al. Report on FERMILAB DUMAND meeting 20 november, 1976.
- [6] V.S.Beresinskii, G.T.Zatsepin. Proceed. of the 1976 DUMAND Summer Workshop Hawaii, Sept., 1976.
- [7] В.С.Березинский, А.З.Газизов. Письма в ЖЭТФ, данный номер, стр.