

ГЕОНЕЙТРИНО, ГИДРИДНАЯ ЗЕМЛЯ И АБИОГЕННАЯ НЕФТЬ

В.Н. Сергеев

ИДГ РАН, Москва, Россия

E-mail: svn@idg.ras.ru

Регистрация геонейтрино (электронных антинейтрино рожденных при распадах радиоактивных изотопов в земных недрах) дает важную информацию о составе Земли и радиогенной составляющей теплового потока из недр Земли [1]. Помимо этого, позволяет определить достоверность моделей состава Земли. Основной вклад в потоки геонейтрино сейчас дают распады долгоживущих радиоактивных изотопов урана ^{238}U , ^{235}U , тория ^{232}Th и калия ^{40}K . Все действующие и создаваемые в настоящее время детекторы нейтрино, способные регистрировать геонейтрино, для регистрации используют реакцию обратного β -распада на свободном протоне p [1]:



Эта реакция имеет наибольшее нейтринное сечение и удобную схему пространственно-временного выделения над фоном по ее конечным продуктам (позитрону e^+ и нейтрону n).

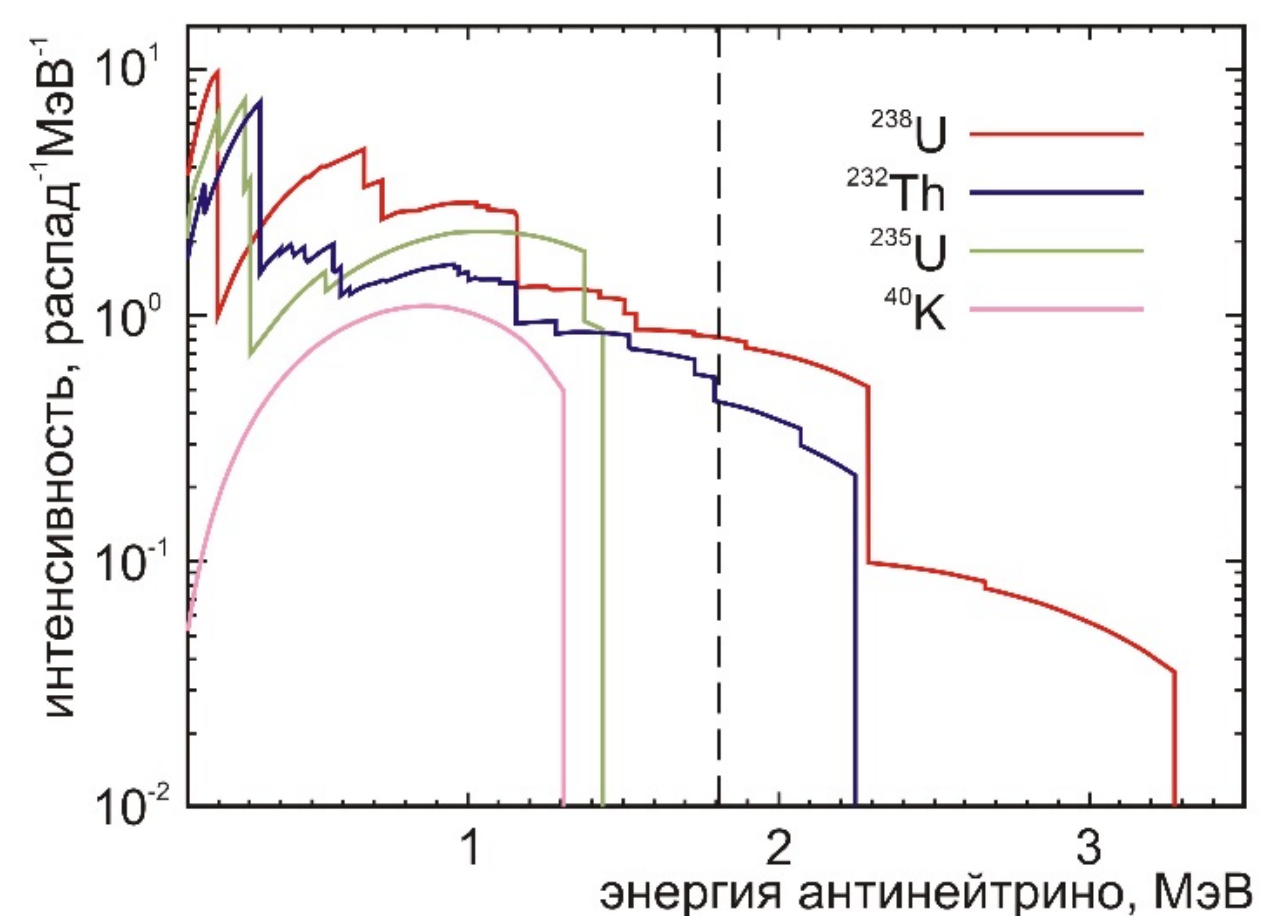


Рис. 1. Энергетические спектры $\bar{\nu}_e$ от распадов ^{238}U , ^{232}Th , ^{235}U и ^{40}K , изотопов, дающих основной вклад в потоки геонейтрино. Пунктирная линия – порог реакции (1).

В настоящее время непосредственно регистрируются геонейтрино от распадов урана ^{238}U и тория ^{232}Th (см. рис. 1). Хотя энергии $\bar{\nu}_e$ от распада ^{235}U меньше порога реакции (1), и поэтому $\bar{\nu}_e$ от распада ^{235}U непосредственно не регистрируются, их вклад в потоки геонейтрино определяется по данным регистрации $\bar{\nu}_e$ от распада ^{238}U . Регистрация геонейтрино от распадов калия ^{40}K по реакции (1) невозможна (см. рис. 1).

В работах [2,3] предложен способ сравнительного анализа на достоверность общепринятой хондритовой модели, в основе которой лежит состав метеоритного вещества, и модели гидридной Земли основанной на предположении, что при формировании протопланетного диска в ранней Солнечной системе на распределение элементов сильно влияла ионизация вещества, а из-за взаимодействия с магнитным полем происходило дополнительное разделение элементов в зависимости от их потенциалов ионизации

[4]. Согласно [2,3] анализ проводится по отношению количества тория к количеству урана Th/U в составе Земли. Для хондритовой модели – это отношение обычно принимается равным 3.9. Последние опубликованные результаты регистрации геонейтрино детекторами BOREXINO [5] и KamLAND [6] подтверждают это значение Th/U. В работах [2,3] отношение Th/U в составе Земли оценено для модели гидридной Земли как 1.72. Различие значения Th/U в составе Земли для хондритовой модели и модели гидридной Земли очень существенные, что говорит не в пользу последней. Согласно гипотезе abiогенного происхождения нефти образовалась из различных элементов неорганического происхождения, в ходе химических реакций, протекающих на больших глубинах при высоких температурах и давлении [7]. Поскольку гидридная модель Земли характеризуется высоким содержанием водорода в составе Земли, она иногда используется как основа abiогенного происхождения нефти. Приведенные выше результаты относительно состава Земли не закрывают гипотезу abiогенного происхождения нефти, но ссылка на гидридную модель некорректна.

Литература

1. Bellini G., et al. Geoneutrinos and geoscience: an intriguing joint-venture; arXiv:2109.01482v1 [physics.geo-ph].
2. Bezrukov L. Geoneutrino and Hydridic Earth mode. Preprint INR 1378/2014; arXiv:1308.4163v.2 [astro-ph.EP].
3. Bezrukov L., Sinev V. Geoneutrinos and Hydridic Earth (or primordially Hydrogen-Rich Planet); arXiv:1405.3161v.1 [astro-ph.EP].
4. Larin, V. N., ed. C. Warren Hunt. Hydridic Earth: the New Geology of Our Primordially Hydrogen-Rich Planet. Polar Publishing, Calgary, Alberta, Canada, 1993, 247p.
5. Agostini M., et al. Comprehensive geoneutrino analysis with BOREXINO // Phys. Rev. D 101, 012009 (2020); arXiv:1909.02257v1 [hep-ex].
6. Abe S., et al. Abundances of uranium and thorium elements in Earth estimated by geoneutrino spectroscopy // Geophysical Research Letters, Volume 49, Issue 16, e2022GL099566 (2022); arXiv:2205.14934v2 [physics.geo-ph].
7. Glasby G.P. Abiogenic Origin of Hydrocarbons: An Historical Overview // Resource Geology. 2006. Vol. 56. N 1. P. 83-96.