

Детектор малоинтенсивных пучков быстрых нейтронов.

В.В. Мицук^{1,2}, М.В. Мордовской^{1,2}

¹Институт ядерных исследований РАН

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

В работе исследуются характеристики прототипа модели детектора быстрых нейтронов с энергиями $\sim 1 - 10$ МэВ. Детекторы с похожими методами регистрации нейтронов быстро развиваются в данное время, например [1].

Схема установки для изучения свойств детектора представлена на рис. 1. Детектор состоит из трех сцинтилляторов 1-3, замедлителя из пластика — 4 и двух фотоэлектронных умножителей ФЭУ (5). Сцинтиллятор 1 — жидкостный, аналог NE-213, сцинтилляторы 2,3 — литиевые стекла, обогащенные ${}^6\text{Li}$. Быстрые нейтроны регистрируются в сцинтилляторе 1, замедляются до тепловых энергий в сцинтилляторе 1 и замедлителе 4 и регистрируются в литиевом стекле 2 или 3.

Подавление фона при регистрации быстрых нейтронов в детекторе осуществляется за счет двух особенностей. Во-первых, признаком регистрации частицы является появление сигналов в двух ФЭУ в коротком интервале времени, таким образом, уменьшаются электронные шумы, и, во-вторых, подавление гамма фона за счет разделения сигналов от нейтронов и гамма-квантов в сцинтилляторе 1 по форме импульса.

Вся последовательность событий регистрации записывается в интервале времен 60 мксек при помощи цифровых сигнальных процессоров фирмы CAEN (DT5742 и DT5720). Процессор DT5742 используется в основном для процедуры n-гамма разделения первичного сигнала (квант времени оцифровки 0,2 нсек, диапазон 200 нсек). DT5720 может записывать информацию в интервале 60 мксек (квант времени оцифровки 4 нсек).

Таким образом обеспечивается эффективное подавление фоновых тепловых нейтронов и γ -квантов и, как следствие, детектирование малоинтенсивных источников нейтронов.

Детектор испытывался на установке с использованием Pu-Be источника нейтронов.

Для изменения спектра нейтронов проводилось два типа измерений — а) с замедлителем нейтронов 7 и без поглотителя 9 (облучение в основном тепловыми нейтронами) и б) с поглотителем 9 и без замедлителя 7 (основной спектр нейтронов — быстрый). Результаты измерений подтверждают ожидаемое подавление регистрации фоновых событий и позволили выработать рекомендации по изменению геометрии детектора.

Большое практическое значение данная и другие подобные схемы имеют, например, для улучшения методов досмотра различных грузов с целью возможного обнаружения в них радиоактивных материалов [1-4]. Так как не все такие материалы обладают свойством спонтанной радиоактивности, то для их обнаружения необходимо использовать какое-либо зондирующее облучение от некоего источника [4]. И уже вторичное излучение детектируется нашей схемой, способной отличить нейтроны от первичного источника зондирующего излучения и нейтроны, образовавшиеся от взаимодействия зондирующего излучения с обнаруженными радиоактивными материалами. При этом подавление гамма фона существенно улучшает чувствительность подобной установки.

Литература

1. *Постоварова Д.В.* Расчет составных частей спектрометрического позиционно-чувствительного детектора нейтронов // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2010. – № 5 (69). – с. 62-67.
2. The Black Sea Experiment, science and global security. – 1990. – V. 1. – № 3–4. – P. 323–333.
3. *Gordon M.S., Goldhagen P., Rodbell K.P., Zabel T.H., Tang H.H.K., Clem J.M., Bailey P.* Measurement of the flux and energy spectrum of cosmic-ray induced neutrons on the ground // IEEE Transactions on Nuclear Science. – 2004. – V. 51. – Is. 6. – P. 3427–3434.
4. *Gozani T.* The role of neutron based inspection techniques in the post 9/11/01 era // 5th Topical Meeting on Industrial Radiation and Radioisotope Measurement Applications. NIM B. – 2004. – V. 213. – P. 460–463.

Рис.1. Схема установки. Исследуемый детектор: 1 - колба со сцинтиллятором типа NE213, 2 - прозрачная пластмасса, толщина-3 см, 3 - литиевое стекло, обогащенное 6Li , 4 ФЭУ-143; 5 - $^{239}\text{Pu-Be}$ источник нейтронов, 6 - свинцовая защита, толщ 50 мм, 7 - полиэтиленовый замедлитель диаметром 150 мм, 8 - свинцовая защита, толщ. 50 мм, 9 - поглотитель тепловых нейтронов, Cd металлический, толщ 5 мм.