

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

13-84-462

**С.П.Авдеев, В.А.Карнаухов, В.Д.Кузнецов,
Г.В.Мышинский,* В.В.Попов, Л.А.Петров**

**НИЗКОФОНОВАЯ УСТАНОВКА "ЗЕНИТ-100"
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БЕТА-АКТИВНОСТИ**

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

* ВНИИМ им. Д.И.Менделеева, Ленинград

1984

ВВЕДЕНИЕ

При постановке и проведении экспериментов в ЛЯП ОИЯИ по поиску изомеров плотности атомных ядер ^{1/} возникла необходимость регистрации бета-активности на фокальной плоскости масс-сепаратора ЯСНАПП. Для решения этой задачи была создана сканирующая установка, обладающая достаточной чувствительностью, чтобы проводить исследования продуктов ядерных реакций, идущих с сечением $\sim 10^{-32} \div 10^{-33}$ см². Ниже дано описание установки "Зенит-100", работающей в режиме "off-line" с электромагнитным масс-сепаратором и используемой для идентификации долгоживущих бета-активных изотопов.

1. КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА

Многоканальная установка "Зенит-100" /рис.1/ состоит из сканирующей части и окружающей ее защиты от внешних излучений. Сканирующая часть представляет собой ряд из 100 торцевых гейгеровских счетчиков СИ-19БГ ^{1/} 6, жестко укрепленных в прямоугольных пластмассовых оправках 7, которые собраны в параллелепипед длиной 100 см, при этом расстояние между центрами счетчиков составляет 10 мм. Диаметр окна счетчика СИ-19БГ равен 5 мм, максимальный диаметр корпуса - 9 мм, чувствительный объем $\sim 0,2$ см³, толщина входных слюдяных окошек счетчиков ~ 1 мг/см², что соответствует энергетическому порогу для регистрации электронов ~ 20 кэВ. Для выравнивания эффективности регистрации каждым счетчиком в конструкции предусмотрена возможность изменения расстояния между счетчиками 6 и носителем радиоактивности 4. Разброс величины абсолютной эффективности регистрации при этом составляет не более $10 \div 15\%$. Фон счетчиков определяется прохождением космических частиц, естественной радиоактивностью окружающей среды, конструктивными особенностями самого счетчика в пропорции 3,2:2,3:1,0 соответственно. Для подавления фона от космических лучей и естественной радиоактивности в установке применена активная и пассивная защита. Пассивная защита выполнена из свинца толщиной стенок 10 см и представляет собой футляр с откатывающейся крышкой 2. Габаритные размеры пассивной защиты 160x55x45 см³. В качестве активной защиты, блокирующей счет от космических частиц, используется счетчик 3, состоящий из двух оптически сопряженных сцинтилляционных блоков двух ФЭУ и электроники. Размер верхнего блока 120x

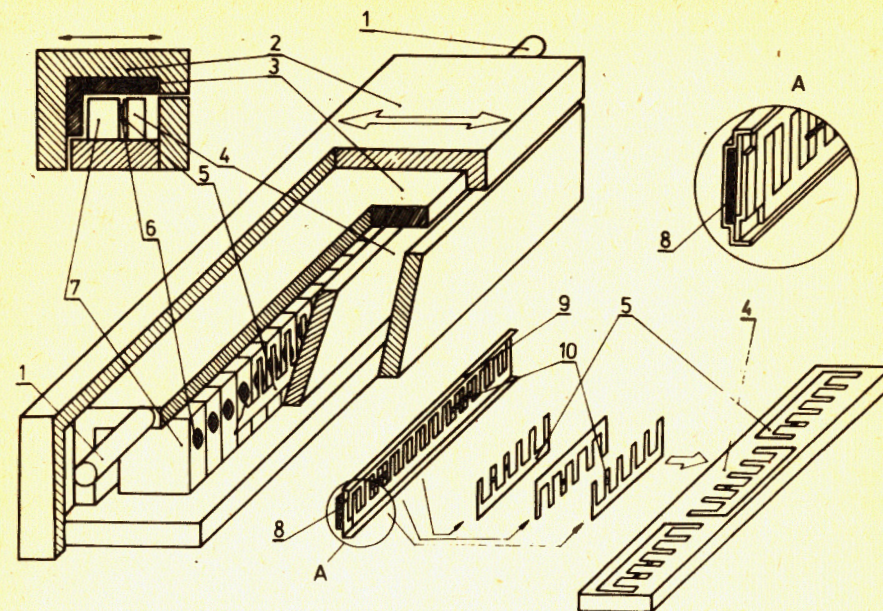


Рис.1. Конструкция установки "Зенит-100": 1 - корпуса ФЭУ, 2 - крышка защиты из свинца, 3 - пластический сцинтиллятор, 4 - носитель, 5 - "гребенки", 6 - счетчики СИ-19БГ, 7 - пластмассовые оправки счетчиков, 8 - магниты, 9 - коллектор, 10 - участки полосы радиоактивности, отвечающие положениям пиков изотопов на спектре масс. Число "гребенок", зубьев в них и носителей уменьшено для упрощения изображения.

x25x4 см³, бокового - 120x10x4 см³. Отполированный сцинтиллятор покрыт пленкой алюминизированного лавсана толщиной 20 мкм и черной бумагой. Световые вспышки регистрируются двумя ФЭУ ХР-2020 1 с диаметром фотокатода 40 мм, установленными вплотную к торцам верхнего блока сцинтиллятора. Оптический контакт осуществляется с помощью смазки SILIKONÖL NMI. Амплитудный спектр сигналов сцинтилляционного счетчика приведен на рис.2. Число блокирующих импульсов - 100 имп/с, что соответствует мертвому времени - 0,1%.

Сепарируемая радиоактивность представляет собой непрерывную полосу размером 900x3 мм², а регистрирующая часть прибора есть набор отдельных счетчиков, поэтому конструкция сборника масс-сепаратора должна обеспечить разделение непрерывной полосы радиоактивности на отдельные участки с последующим одновременным и независимым измерением каждого из них отдельным счетчиком. Последнее достигалось разбиением сборника на 9 от-

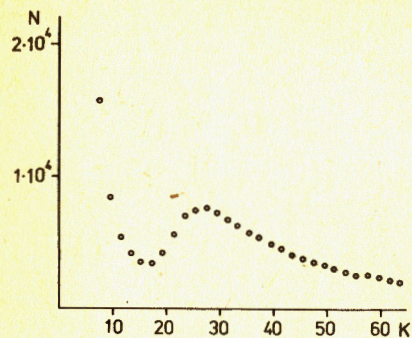


Рис.2. Амплитудный спектр сигналов с пластического сцинтиллятора.

дельных элементов. Элементы сборника изготавливались в виде "гребенок" 5 /см. рис.1/ из оцинкованного железа толщиной 0,5 мм с 31 зубом в каждом. Размеры "гребенок" следующие: длина 31 см, ширина каждого зуба 3,3 мм, расстояние между

центрами зубьев 10 мм, что соответствует расстоянию между центрами счетчиков. Таким образом, полоса бета-активности автоматически делилась на 279 участков размером 3,3x3 мм². Коллектор сепаратора 9 представляет собой желоб с вклеенными в дно постоянными магнитами 8, обеспечивающими крепление "гребенок". Монтаж сборника осуществлялся вкладыванием друг в друга "гребенок" 5 вдоль длины коллектора 9 /вид А, рис.1/. После сепарации коллектор извлекался из вакуумной камеры масс-сепаратора. Девять "гребенок" 10 с нанесенной на них радиоактивностью расчленились /рис.1/ и наклеивались на три носителя 4, выполненных в виде брусков из алюминия длиной 110 см. В процессе измерения, когда носитель с "гребенками" располагался вплотную к сканирующей части прибора, каждый счетчик обмерял "свой" участок поверхности сборника с максимально близкой и одинаковой для всех геометрией. Три носителя последовательно экспонировались по 0,5 часа с общим временем сканирования 1,5 часа.

Информация со счетчиков записывалась двумя независимыми способами. В первом использовались пересчетные блоки в стандарте КАМАК КС-020^{2/}, входы которых соединялись с формирователями гейгеровских счетчиков. Во втором использовался шифратор, кодирующий номер счетчика и связанный с памятью многоканального анализатора в стандарте КАМАК^{3/}. Содержимое обеих регистрирующих систем либо печаталось сразу в ходе эксперимента, либо передавалось на ЭВМ ЕС-1010 для последующей обработки.

2. ПАРАМЕТРЫ ПРИБОРА

Характеристики установки "Зенит-100" следующие: пространственное разрешение сканирующей системы равно 3,3 мм, абсолютная эффективность обчета каждым счетчиком "своего" отрезка сборника составила ~30%, а соседнего ~1%. Ввиду этого обстоятельства "Зенит-100" практически не вносит искажений в измеряемые спектры. На рис.3 в качестве иллюстрации представлен один из таких спектров. Применение счетчика СИ-19БГ позволяет детектировать

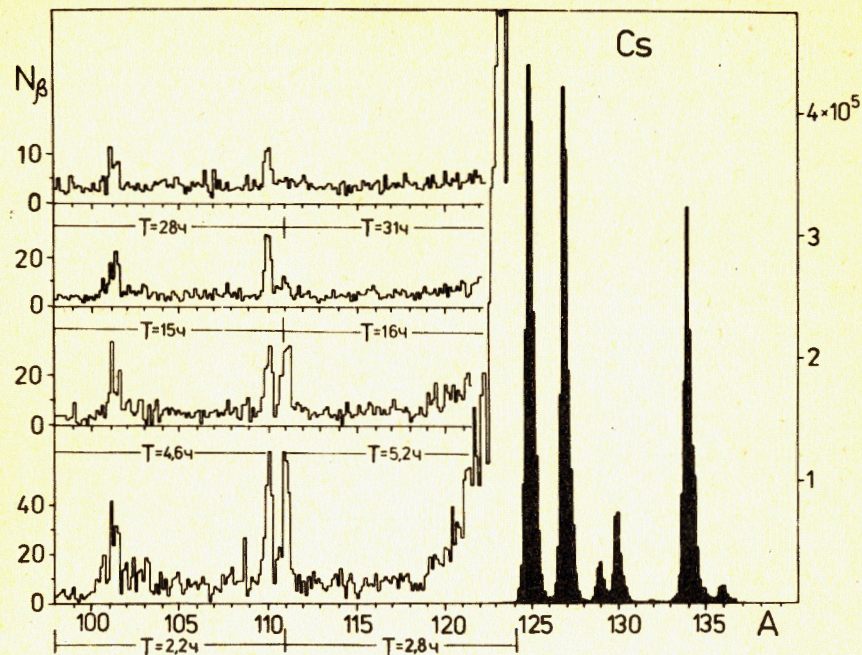


Рис.3. Спектр масс продуктов расщепления Th дейтронами с $E = 5$ ГэВ; масс-сепаратор настроен на селективное выделение цезия. Измерения проведены через время T. Правая шкала относится к зачерненной части спектра.

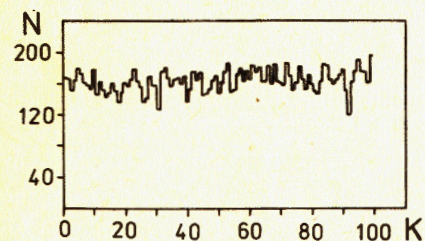


Рис.4. Фон гейгеровских счетчиков, снятый в режиме совпадения с пластическим сцинтиллятором при наличии пассивной защиты. $\Delta T_{\text{эксп.}} = 10$ час.

не только бета-активность, но также альфа-частицы и осколки деления. Применение комбинированной защиты уменьшило фон каждого счетчика с $45,1 \pm 2,1$ имп/ч до $7,2 \pm 0,3$ имп/ч. Примененный в качестве активной защиты сцинтилляционный счетчик производит отбор фоновых отсчетов от космических частиц достаточно равномерно вдоль ряда из 100 счетчиков /рис.4/. Минимальная радиоактивность, которая может быть зарегистрирована установкой, составляет ~0,005 расп/с. Достигнутый уровень чувствительности можно проиллюстрировать на следующем примере. Если на кол-

лекторе масс-сепаратора в процессе разделения в одном пике окажется $\sim 100 \pm 300$ радиоактивных ядер одного изотопа, испытывающих 100%-й бета-распад с периодом $T_{1/2} = 1 \pm 3$ часа, то их присутствие можно обнаружить с 90%-й надежностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев С.П. и др. ОИЯИ, Р6-83-585, Дубна, 1983.
2. Вьонг-Дао Ви и др. ОИЯИ, 10-81-755, Дубна, 1981.
3. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, Р10-80-312, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 июля 1984 года.

Авдеев С.П. и др.

13-84-462

Низкофоновая установка "Зенит-100" для измерения пространственного распределения бета-активности

Описана низкофоновая многоканальная сканирующая установка для исследования распределения бета-активности на сборнике масс-сепаратора. Детектирующая часть прибора состоит из набора гейгеровских счетчиков СИ-19БГ /100 штук/, собранных в ряд в единую конструкцию длиной 100 см. В установке применена защита от внешних излучений, снижающая фон в $\sim 6,5$ раз по сравнению с фоном без защиты. Используется разъемный сборник специальной конструкции, обеспечивающий пространственное разрешение 3,3 мм. Фон на один счетчик составляет $\sim 0,002$ 1/с.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод авторов

Avdeev S.P. et al.

13-84-462

A Low-Background Multichannel Scanning Facility for Investigation of the Beta-Activity Distribution

A low-background multichannel scanning facility for investigation of the beta-activity distribution at the mass-separator collector is described. The detecting part of the facility is a set of 100 Geiger counters united in a row 100 cm long. The facility is provided with a shielding against external radiations, it reduces the background by a factor of 6.5 comparing with the background without shielding. A sectional collector of the special design is employed. It ensures the space resolution 3.3 mm. The background is 0.002 1/s per a counter.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984