



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

K-245

13 - 12211

1554/4-79

В.А.Карнаухов, В.Д.Кузнецов, Л.А.Петров,  
В.В.Попов, М.И.Фоминых, В.И.Фоминых,  
В.М.Цупко-Ситников

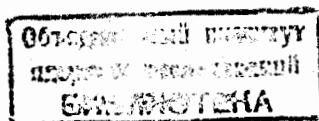
МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА  
ДЛЯ СНЯТИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
БЕТА-АКТИВНОСТИ  
НА СБОРНИКЕ МАСС-СЕПАРАТОРА

13 - 12211

В.А.Карнаухов, В.Д.Кузнецов, Л.А.Петров,  
В.В.Попов, М.И.Фоминых, В.И.Фоминых,  
В.М.Цупко-Ситников

МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА  
ДЛЯ СНЯТИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
БЕТА-АКТИВНОСТИ  
НА СБОРНИКЕ МАСС-СЕПАРАТОРА

*Направлено в ПТЭ*



Карнаухов В.А. и др.

13 - 12211

Многоканальная система для снятия распределения бета-активности на сборнике масс-сепаратора

Описана многоканальная установка для нахождения распределения бета-активности на сборнике масс-сепаратора. Она состоит из блока стандартных гейгеровских счетчиков типа СБТ-11 (120 штук), шифратора, устройства связи и ЭВМ. Используется сборник специальной конструкции, который обеспечивает разрешение по координате 1,5 мм. Минимальная радиоактивность, которую можно зарегистрировать, составляет ~0,2 расп./с.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Karnaukhov V.A. et al.

13 - 12211

Multichannel System for Detecting the Beta-Activity Distribution on a Mass Separator Collector

A multichannel setup to detect the beta-activity distribution on a mass separator collector is described. It consists of a unit of SBT-11 standard Geiger counters (120), a coder, an interface, a computer. A collector of special construction is used which provides the 1.5 mm resolution over the coordinate. Minimum radioactivity which could be detected is 0.2 distr./s.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

## ВВЕДЕНИЕ

Описанная ниже система была создана для проведения экспериментов по поиску бета-активных суперплотных ядер среди продуктов взаимодействия пучков релятивистских тяжелых частиц с танталом.

Механизм образования и возможные свойства сверхплотных ядер были предложены А.Б.Мигдалом<sup>1/</sup>. В этих исследованиях для идентификации суперплотных ядер используется метод масс-сепарации. Идея его заключается в следующем. За счет существенного различия энергий связи нормальных и суперплотных ядер последние могут проявиться в массовом спектре как изотопы с существенно нецелыми значениями  $A^{2/}$ . Это приводит к задаче экспрессного и точного измерения распределения активности в фокальной плоскости масс-сепаратора.

Ранее был создан и использовался для этой цели универсальный сканирующий автомат<sup>3/</sup>, с помощью которого находилось распределение бета-активности на ленте приемного устройства масс-сепаратора ЯСНАШ<sup>4/</sup>. Этот прибор позволил выполнить ряд методических и физических исследований. Однако применительно к данной задаче он имеет ряд недостатков. Измерение бета-активности осуществляется последовательным сканированием одним счетчиком, что не может обеспечить высокой чувствительности. Кроме того, гамма-фон от соседних с измеряемым участком значительно ухудшает геометрическое разрешение, а применение защиты от гамма-лучей приводит к жесткой коллимации бета-детектора и существенно снижает эффективность метода. Для повышения чувствительности и скорости измерений при условии сохранения высокого геометри-

ческого разрешения требовался прибор, основанный на другом принципе измерений. Ниже описывается многоканальная система, позволяющая измерять с произвольной дискретностью и необходимым разрешением распределение бета-активности продуктов разделения на электромагнитном масс-сепараторе.

### БЛОК-СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Повышение эффективности измерений достигается применением многоканальной регистрирующей системы, состоящей из 120 счетчиков Гейгера-Мюллера. Высокое пространственное разрешение и уменьшение фона от соседних участков обеспечиваются разнесением отдельных счетчиков на значительное расстояние друг от друга и специальной конструкцией приемного устройства масс-сепаратора, позволяющей разделять всю полосу приема активности на отдельные участки с нужным расстоянием между ними. При этом целостность приемной поверхности не нарушается. Разделенные радиоактивные продукты собираются в фокальной плоскости в полосе размером  $4 \times 900 \text{ мм}^2$ . Для разделения этой непрерывной полосы на отдельные участки активности с последующим измерением каждого из них отдельным счетчиком лента-сборник наматывается на стержень диаметром 12 и длиной 900 мм с шагом 3 или 1,5 мм. После разделения стержень извлекается из камеры, лента-сборник сматывается со стержня и наклеивается на металлические рейки. При размотке полоса с радиоактивностью разделяется на участки длиной 3 мм /1,5 мм/ с равным расстоянием друг от друга  $\approx 38 \text{ мм}$ . Счетчики располагаются на таких же расстояниях один от другого, как и пятна радиоактивности.

Измерительная система состоит из гейгеровских бета-счетчиков /СБТ-11/, расположенных в боксах по 15 штук в каждом. На рис. 1 показан разрез одного из боксов с имеющимися в нем счетчиками. Лента-сборник, прикрепленная к металлической рейке, помещена над рядом счетчиков на предельно малом расстоянии.

Информация от каждого счетчика поступает на ЭВМ и накапливается в отдельных каналах памяти, адреса которых соответствуют номерам счетчиков. На рис. 2 показана блок-

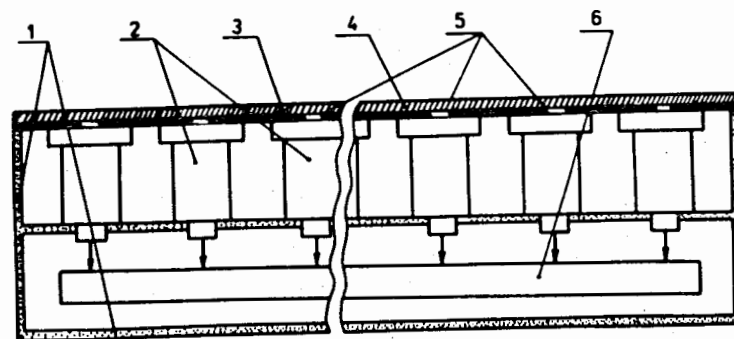


Рис. 1. Схема бокса с бета-счетчиками: 1 - корпус бокса, 2 - счетчики СБТ-11, 3 - лента-сборник, 4 - металлическая крепежная рейка, 5 - пятна радиоактивности, 6 - блок формирователей.

схема устройства опроса счетчиков и связи их с ЭВМ "Минск-2". Сигналы с выходов счетчиков  $/C_1 \div C_{120}/$  поступают на вход схем формирователей  $/\Phi_1 \div \Phi_{120}/$ . На рис. 3 приводится принципиальная схема одного из таких формирователей. С выходов формирователей снимаются прямоугольные импульсы амплитудой 5 В, длительностью 4-6 мкс, и подаются на соответствующие входы шифратора /Ш/ /рис. 2/, который представляет собой диодную матрицу и обеспечивает преобразование сигнала  $i$ -го счетчика в соответствующий двоичный 7-разрядный код.

Одновременно с кодом шифратор выдает импульс на вход блока анализа наложений /А/, на выходе которого появляется сигнал лишь в случае срабатывания только одного счетчика.

Система анализа наложений представляет собой диодно-резисторную сборку, нагруженную на общее сопротивление, входы которой подключены к выходам формирователей  $\Phi_1 - \Phi_{120}$ . В случае срабатывания одного счетчика стандартный импульс формирователя проходит через сборку и с нагрузочного сопротивления поступает на дифференциальный амплитудный дискриминатор с окном, настроенным на импульс одного счетчика. При одновременном срабатывании нескольких счетчиков на выходе сборки амплитуды от импульсов формирователей складываются, и такой сигнал не проходит через дифференциальный дискриминатор. Выход дискриминатора устанавливает триггер

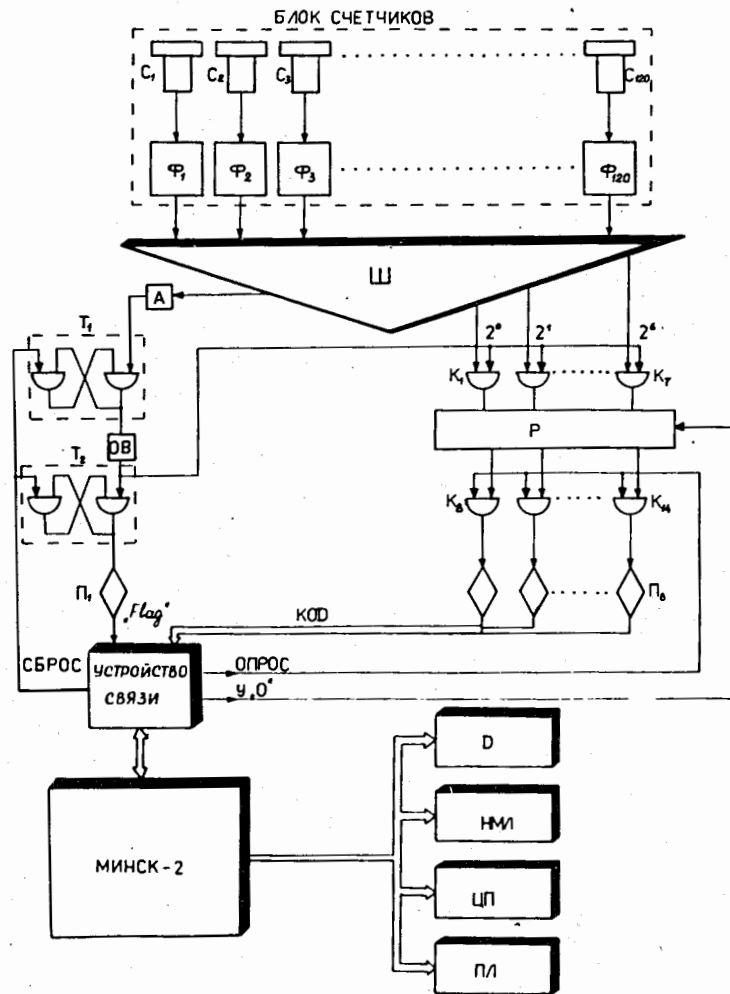


Рис. 2. Блок-схема сканирующего устройства.

/T<sub>1</sub>/ в состоянии "ожидания", после чего он становится нечувствительным к возможному появлению новых сигналов с выхода /А/. В момент перехода в это состояние срабатывает мультивибратор /ОВ/, пропускающий код шифратора в приемный регистр /Р/ путем открытия ключей K<sub>1</sub>÷K<sub>7</sub> на время 0,5 мкс.

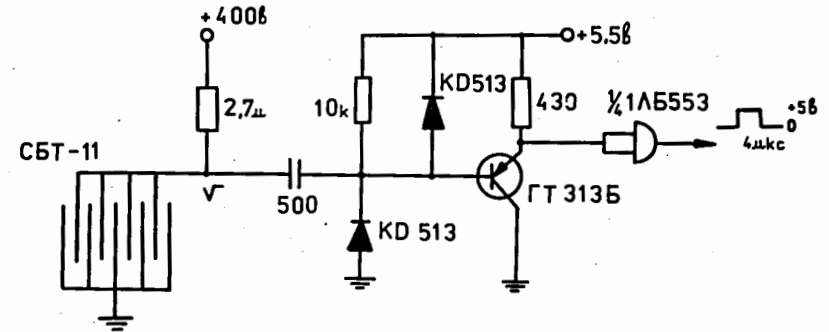


Рис. 3. Принципиальная схема формирователя импульсов от счетчиков СБТ-11.

Сигналом с выхода /ОВ/ триггер /T<sub>2</sub>/ устанавливается в состояние выдачи /через преобразователь П<sub>1</sub>/ управляющего сигнала "Flag" с уровнем - 8 В, который подается на вход устройства связи с ЭВМ "Минск-2"<sup>/5/</sup>. Устройство связи включается в режим многоканального анализа и по сигналу "Flag" обеспечивает передачу кода из регистра /Р/ в ЭВМ путем подачи сигнала "Опрос". Затем осуществляется перевод регистра в состояние "0" подачей импульса У "0". После приема кода ЭВМ выбирает из МОЗУ содержимое соответствующей ячейки, добавляет "+1" и обеспечивает запись нового числа по данному адресу. После окончания цикла записи устройство связи вырабатывает сигнал "Сброс", которым триггеры T<sub>1</sub> и T<sub>2</sub> подготавливаются к регистрации очередного импульса.

В связи с отличием уровней TTL и ЭВМ применены преобразователи уровней /П<sub>1</sub>÷П<sub>8</sub>/.

Процесс накопления информации сопровождается индикацией на экране графического дисплея /Д/ в виде спектрального распределения. После окончания эксперимента массив информации может быть записан на магнитную ленту /НМЛ/, выведен на цифрочасть /ЦП/ или перфоленту.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 4 и 5 представлены спектры масс, полученные для ленты с шагом намотки 3 мм и 1,5 мм соответственно. Спектры

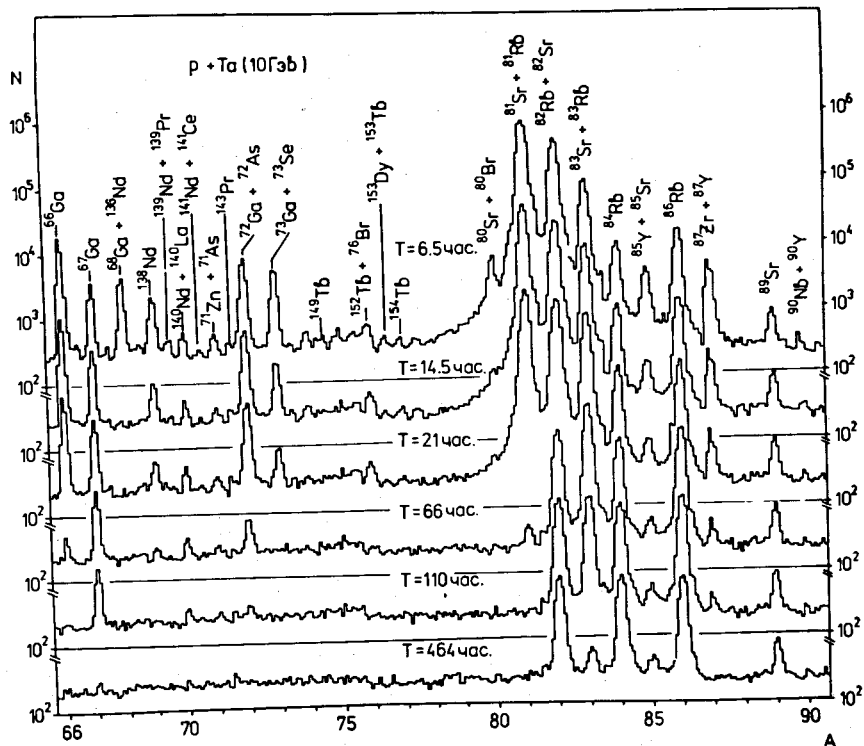


Рис. 4. Пример спектра масс, полученного с шагом сканирования 3 мм.

получены после масс-сепарации танталовых мишеней, облученных на пучке дейтонов и протонов с энергией  $8 \div 10$  ГэВ. Мишени представляют собой связку танталовой проволоки диаметром 50 мкм и весом 2 г. Через полчаса после облучения они помещались в ионный источник с поверхностной ионизацией. Идентификация линий производится путем измерения их периода полураспада после предварительной калибровки массовой шкалы подходящим стабильным изотопом.

Интенсивность счета каждого счетчика определяется бета-активностью, которая находится над ним. Вклад в счет от соседних участков сборника связан с гамма-излучением, так как бета-частицы экранируются корпусом счетчика. Этот вклад не превышает нескольких процентов от общего счета. Поэтому

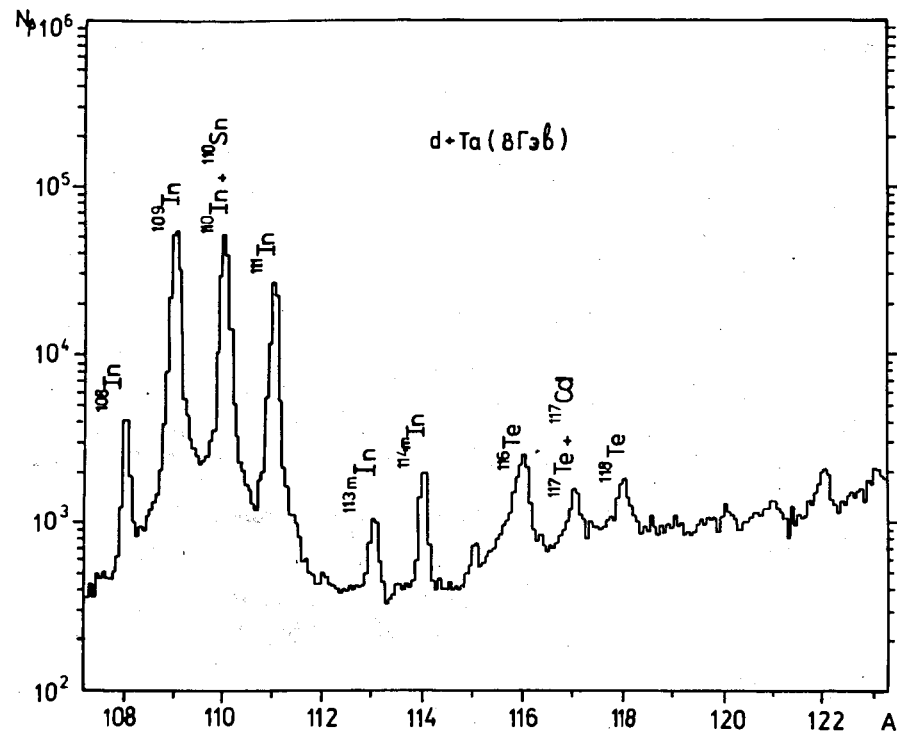


Рис. 5. Другой пример спектра масс при шаге сканирования 1,5 мм.

многоканальная система позволяет находить массовое распределение, даваемое сепаратором, практически без искажений. Пространственное разрешение в этих измерениях целиком определяется шагом намотки ленты-сборника /минимальный шаг - 1,5 мм/.

Произвольная серия стандартных счетчиков СБТ-11 в силу конструктивных особенностей в использованной геометрии дает разницу в счете данной активности, доходящую до 100%, что, естественно, затрудняет идентификацию изотопов с малым выходом. Это заставило нас комплектовать счетчики после тщательного отбора таким образом, чтобы разница в счете не превышала  $5 \div 10\%$  от средней величины по всему набору счетчиков.

Абсолютная эффективность регистрации бета-частиц составляет 30%, собственный фон СБТ-11  $\approx 15$  имп/мин. Время экспонирования образцов для спектров, приведенных на рис. 4, 5,

составляло 30 мин. Учет этих параметров позволяет оценить минимальную радиоактивность, которая может быть зарегистрирована - 0,2 расп./с.

Авторы выражают благодарность К.Я.Громову за поддержку при выполнении этой работы, а также Т.Надю за помощь в расшифровке спектров масс.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Migdal A.V. *Rev.Mod.Phys.*, 1978, 50, p.107.
2. Карнаухов В.А. *Изв. АН СССР*, 1977, 41, с.1538.
3. Кононенко Г.А. и др. *ОИЯИ*, 13-11576, Дубна, 1978.
4. Музиоль Г., Райко В.И., Тыррофф Х. *ОИЯИ*, Р6-4487, Дубна, 1969.
5. Владимиров В.А. и др. *ОИЯИ*, 10-4630, Дубна, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 января 1979 года.