

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



С 344.10

К - 647

4077/2-78

13 - 11576

18/1к - 78

Г.А.Конonenко, В.Д.Кузнецов, В.В.Попов,  
А.В.Ревенко, М.И.Фоминых, В.И.Фоминых,  
В.М.Цупко-Ситников, Ю.В.Юшкевич

СКАНИРУЮЩИЙ АВТОМАТ  
ДЛЯ СНЯТИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
БЕТА-АКТИВНОСТИ НА ПОВЕРХНОСТИ

**1978**

13 - 11576

Г.А.Кононенко, В.Д.Кузнецов, В.В.Попов,  
А.В.Ревенко, М.И.Фоминых, В.И.Фоминых,  
В.М.Цупко-Ситников, Ю.В.Юшкевич

**СКАНИРУЮЩИЙ АВТОМАТ  
ДЛЯ СНЯТИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
БЕТА-АКТИВНОСТИ НА ПОВЕРХНОСТИ**

**Сканирующий автомат для снятия распределения бета-активности на поверхности**

Разработан сканирующий автомат для исследования распределения бета-активности на ленте приемного устройства электромагнитного масс-сепаратора. Детектирующим элементом автомата является бета-счетчик, "просматривающий" через щель коллиматора автоматически перемещаемый по двум осям образец. Система может использоваться для снятия распределения бета-активности на площади 80-400 мм<sup>2</sup>. Автомат, работающий на линии с ЭВМ, применяется для анализа спектра масс, возникающего при разделении мишеней, облученных на ускорителе.

Получены спектры масс радиоактивных продуктов (с приборным разрешением не хуже трех миллиметров).

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1978

**Scanning Automatic Device for Measuring the Distribution of  $\beta$ -Activity on a Surface**

A scanning automatic device was developed to investigate the  $\beta$ -activity distribution on a tape of the electromagnetic mass separator receiver. As a detector, the beta-counter was used, "scanning" a target through the collimator slit. The system could be used to measure the beta-activity on the 80x400 mm<sup>2</sup> area. The automatic device operating on-line with the computer is applied to analyze a mass spectrum which appears when separating targets activated by the accelerator. A set of mass spectra of radioactive products was obtained, the apparatus resolution was not worse than 3 m $\mu$ .

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

## §1. ВВЕДЕНИЕ

Задача создания автоматического устройства, позволяющего получать с хорошей точностью спектры масс радиоактивных нуклидов, возникла при реализации экспериментов по поиску сверхплотных ядер<sup>1,2/</sup>. Одним из проявлений существования сверхплотных ядер может быть присутствие в массовых спектрах, откалиброванных по спектрам обычных нуклидов, линий, отвечающих не целым /дробным/ массовым числам. Этот факт является следствием того, что сверхплотные ядра могут существенно отличаться от обычных по дефектам масс.

Постановка соответствующих экспериментов<sup>2/</sup> идет по схеме: облучение мишени на ускорителе, радиохимическое выделение определенных групп нуклидов, изотопное разделение этих нуклидов на электромагнитном масс-сепараторе, поиск необычных масс, исследование свойств выделенных нуклидов для точной их идентификации. Таким образом, успех экспериментов в решающей степени определяется быстрой и точной идентификацией массовых чисел радиоактивных нуклидов на сборнике приемного устройства сепаратора. В данном случае сборником является магнитная лента длиной ~900 мм и шириной 12 мм, которая может быть быстро извлечена из вакуумной камеры сепаратора.

Наиболее простым способом получения спектра масс радиоактивных изотопов является снятие автордиограммы ленты с помощью фотопленки или ядерной эмульсии. Этот способ использовался в ранних экспериментах<sup>3/</sup>. Фотометрирование автордиограмм на автоматическом микрофотометре позволяет получить спектр масс с до-

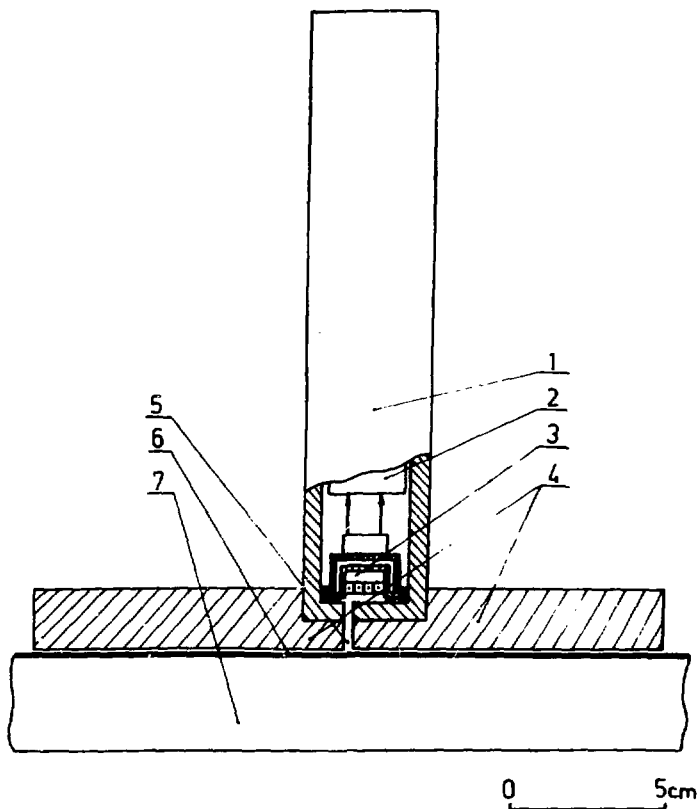
статочной точностью. Однако этот метод имеет серьезные недостатки. Для получения заметного почернения нужна большая удельная радиоактивность и длительная экспозиция. А так как при больших активностях фоточувствительные материалы насыщаются, то получение с хорошей точностью даже относительных интенсивностей линий при фотометрировании является сложной задачей. Еще сложнее получить надежную информацию по абсолютным интенсивностям линий. Серьезным недостатком автораднограмм является также засветка боковым излучением от мощных линий близко расположенных к ним относительно слабых линий. Целью экспериментов часто является поиск именно таких слабых активностей.

В связи с этим потребовалось создание сканирующей системы, дающей не худшую точность в определении значений масс, чем автораднографический метод, но значительно превосходящей его по чувствительности и точности определения интенсивностей линий.

Ниже описывается система, представляющая собой сканирующий автомат, позволяющий снимать распределение бета-активности на ленте приемного устройства масс-сепаратора. Детектирующим элементом автомата является экранированный свинцовой защитой бета-счетчик, "просматривающий" через щель коллиматора автоматически перемещаемый шаговым двигателем по двум осям образец. Система может использоваться для снятия распределения бета-активности на образцах площадью  $80 \times 400$  мм<sup>2</sup>.

## **§2. БЛОК-СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА**

Установка создана на базе автоматического микрофотометра /АМФ/<sup>4/</sup> имеющего шаговый привод подвижной каретки по двум осям X и Y с пределами перемещения 400 и 80 мм соответственно. На рис. 1 показан разрез по оси X детектирующей части сканирующего автомата. Лента-сборник 6 расположена на поверх-



*Рис. 1. Детектирующая часть сканирующего автомата. Пояснения в тексте.*

ности стола 7, перемещаемого шаговым двигателем. Бета-счетчик 3 /СБТ-11/ и блок усилителя и формирования 2 помещены внутри металлического корпуса 1. Корпус счетчика со свинцовой защитой 4 закреплен на специальной подставке, свободно перемещающейся по вертикали. В бета-счетчике во включенном состоянии

находится только одна из четырех секций. Щель коллиматора 5 расположена относительно счетчика так, что  $\beta$ -частицы, излучаемые лентой-сборником, попадают на эту секцию.

Режим работы установки /блок-схема дана на рис.2/ определяется устройством управления /УУ/, с помощью которого осуществляется управление шаговыми двигателями через соответствующие блоки управления X и Y приводов /БУП<sub>x</sub>, БУП<sub>y</sub>/ и обеспечивается синхронизация работы всего прибора.

Импульсы от бета-счетчика через блок усилителя и формирователя могут подаваться на три устройства: интерфейс (INT) для накопления и последующей записи в память ЭВМ "Минск-2", цифровой индикаторный счетчик с тремя десятичными разрядами, позволяющий вести оперативный контроль за работой автомата, и многоканальный анализатор ICA-70, который может быть использован вместо ЭВМ "Минск-2" для регистрации массовых спектров в мультиплексном режиме.

Основной режим работы - регистрация числа отсчетов бета-счетчика для каждой экспозиции в последовательных каналах памяти ЭВМ, соответствующих выбранным точкам на участке сканируемой ленты. УУ позволяет осуществлять сканирование образца одной строкой, либо несколькими. В первом случае на УУ определяется расстояние между точками /шаг сканирования/, в которых осуществляется экспонирование образца, и число таких шагов. Во втором случае дополнительно задается число строк сканирования и расстояние между строками. Шаги сканирования и расстояние между строками устанавливаются на пятидесятиградусном счетчике устройства управления в виде десятичного числа элементарных шагов. Для X-привода это число можно установить в диапазоне 1÷99999, а для Y-привода - в диапазоне 1÷9999. Величина элементарного шага X-привода составляет 4 мкм, Y-привода - 25 мкм. Количество шагов и строк сканирования задается на соответствующих установочных счетчиках УУ. Время экспозиции определяется на таймере уу в пределах от 1 до 60 с. В настоящей работе было применено сканирование образца только одной строкой.

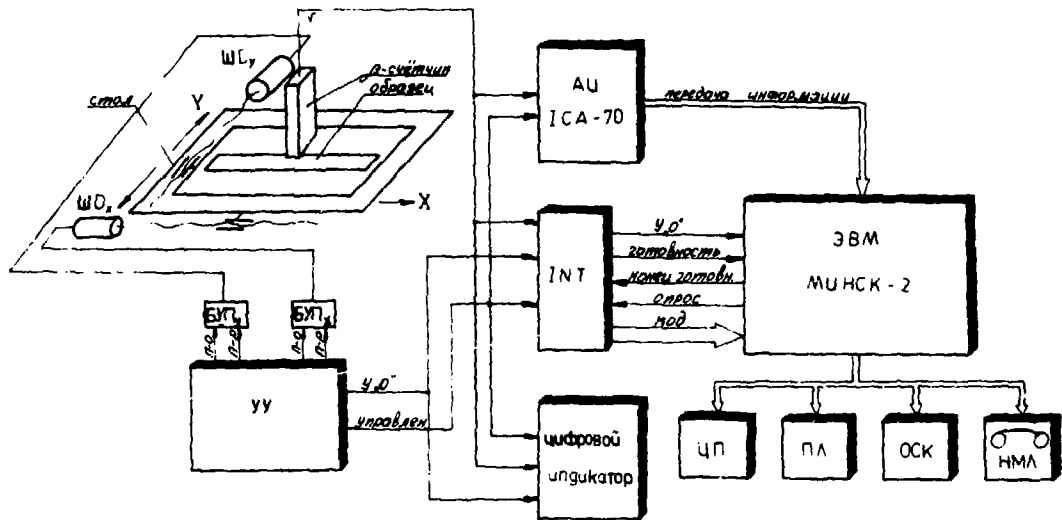


Рис. 2. Блок-схема сканирующего автомата.



После пуска автомата УУ вырабатывает ряд управляющих сигналов, которые обеспечивают: установку в "0" /сброс/ регистра-счетчика интерфейса /в нем ведется накопление импульсов бета-счетчика/; одновременно подается сигнал "Пуск" на привод шагового двигателя через блок управления /на блок-схеме соответствует команде "Пуск - останов." /П-О// и блокирующий потенциальный уровень на шину "Управление", запрещающий прохождение импульсов бета-счетчика на регистрирующие блоки. При этом в момент появления блокирующего сигнала "Управление" интерфейс выдает в ЭВМ команду "Готовность", по которой ЭВМ, предварительно поставленная в режим сканирования, производит "Опрос" счетчика-регистра интерфейса и прием от него кода. После приема кода ЭВМ выдает в интерфейс команду "Конец готовности", которая устанавливает счетчик интерфейса в "0" и одновременно по программе, блок-схема которой приведена на рис. 3, производит запись принятого кода в соответствующую ячейку МОЗУ и изменение адреса для записи следующего кода. После отработки двигателем заданного числа шагов каретка останавливается, снимается блокирующий импульс "Управление", включается таймер экспозиции и импульсы детектора поступают на счетчик-регистра интерфейса.

По истечении времени экспозиции таймер останавливается, включается блокировка сигнала детектора, запускается шаговый двигатель, происходит перемещение каретки еще на один шаг и запись в ЭВМ числа импульсов, накопленных в счетчике-регистре интерфейса, как это было описано выше. Работа, таким образом, продолжается до появления от УУ сигнала "Останов", свидетельствующего о выполнении заданной программы сканирования посредством подачи через интерфейс кода числа с признаком вывода ЭВМ из данного режима работы. После этого с устройства управления подается сигнал "Реверс" /на блок-схеме соответствует команде "Прямо-реверс" /П-Р//, возвращающий каретку в исходное состояние. Таким образом, система готова к сканированию следующего образца.

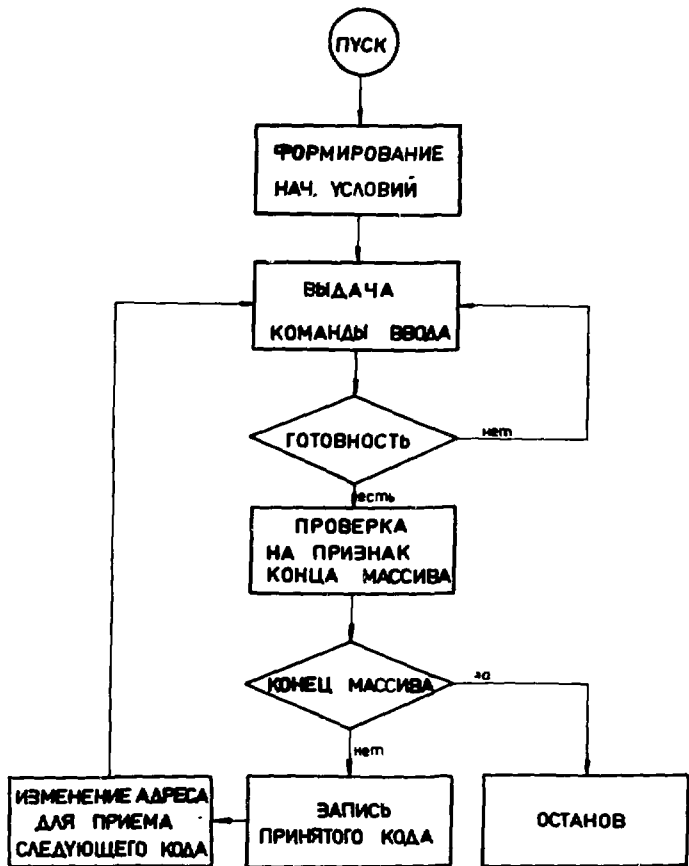


Рис. 3. Блок-схема программы ввода информации от сканирующего автомата в память ЭВМ "Минск-2".

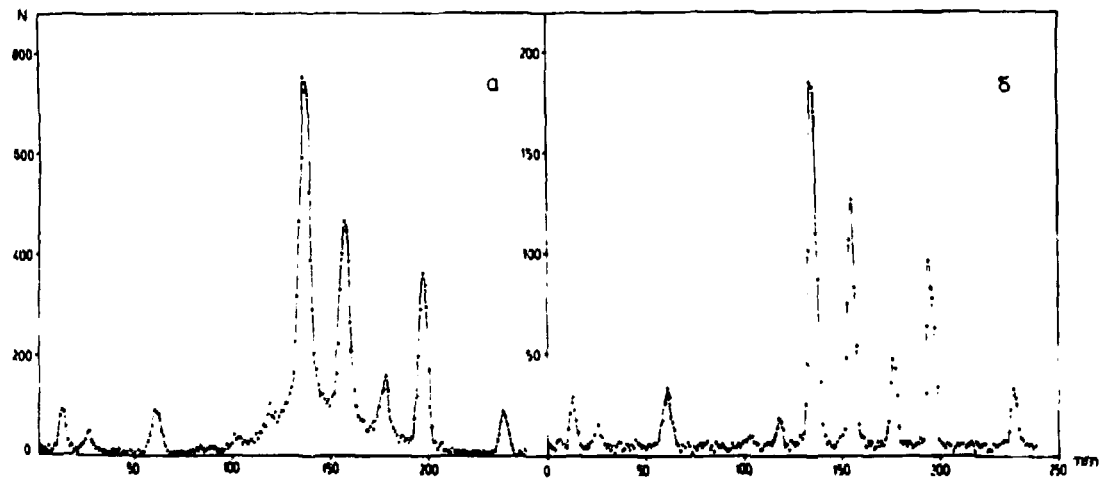
Счетчик-индикатор с цифровым табло на три декады работает аналогично счетчику-регистру интерфейса и позволяет следить за числом зарегистрированных детектором частиц при каждой остановке каретки. Счет-

чик, работающий как удобный экспресс-индикатор, позволяет проводить автономную настройку системы без ЭВМ.

Наконец, для регистрации информации может быть использован многоканальный анализатор ICA-70 в мультискейлерном режиме. При этом время экспозиции, устанавливаемое на таймерном устройстве анализатора, должно быть равно сумме времени экспозиции и времени одного перемещения каретки.

### §3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Оптимальный режим работы сканирующего автомата выбирался с учетом нескольких фактов. Необходимость максимальной эффективности регистрации  $\beta$ -частиц требовала помещения счетчика вплотную к поверхности ленты-сборника. С другой стороны, бета-счетчик необходимо было экранировать защитой из свинца от боковой засветки  $\gamma$ -излучением, идущим из различных участков ленты-сборника. Увеличение времени экспозиции в каждой точке ограничивалось некоторым разумным максимальным временем измерения каждого образца. Окончательный вариант набора параметров, при которых проводились измерения "рабочих" спектров масс, таков: время экспозиции в одной точке  $t = 5$  с, длина шага сканирования  $l = 1$  мм, ширина щели коллиматора 3 мм; толщина свинцовой защиты 10 мм. Полное время сканирования одной ленты-сборника длиной ~900 мм составляло  $\approx 1,5$  ч. На рис. 4 приведен калибровочный спектр масс. Спектр 4а получен в режиме сканирования с ЭВМ "Минск-2" на линии . Спектр 4б получен с той же ленты-сборника посредством последовательного измерения радиоактивности отдельных ее кусочков шириной 1 мм в неизменной геометрии. В этом случае исключено влияние боковых участков ленты, т.е. получен спектр, реально отражающий распределение масс радиоактивных изотопов на ленте приемного устройства. При сравнении этих двух рисунков видно, что условия регистрации слабых линий вблизи сильных в спектре 4а хуже,



*Рис. 4. Калибровочный спектр масс. Пояснения в тексте.*

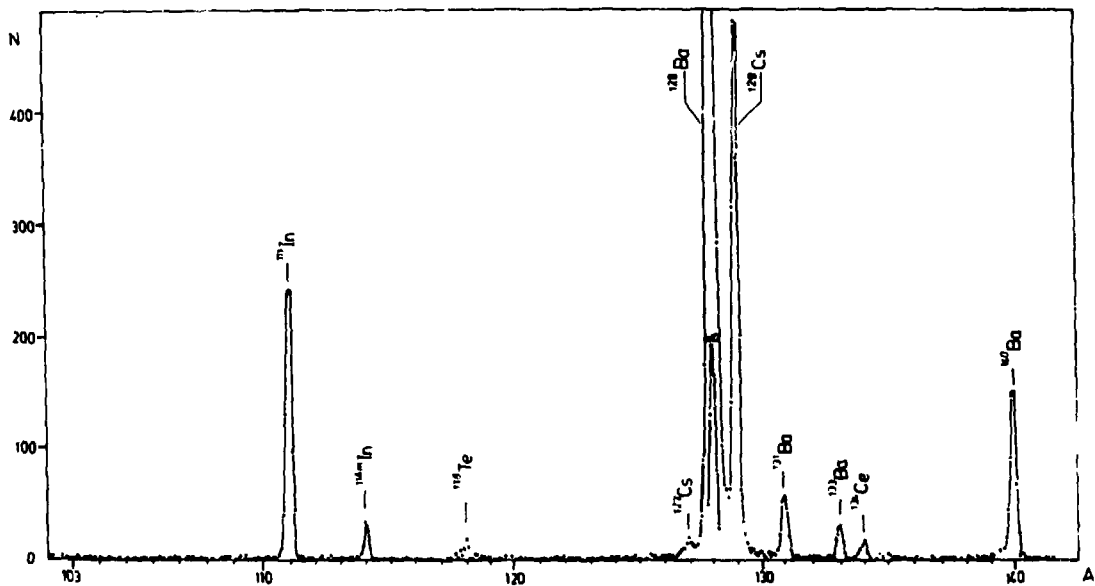


Рис. 5. Один из спектров масс, полученный в экспериментах по поиску сверхтяжелых ядер.

чем в спектре рис. 46. На  $1 \div 2$  мм становится больше ширина линии на половине высоты. Вместе с тем достигнутое качество спектра масс позволяет достаточно уверенно идентифицировать слабые линии, о чем говорит их присутствие на обоих спектрах. Учет абсолютной эффективности регистрации  $\sim 2\%$ , величины фона  $\approx 14$  имп/мин/ и времени экспозиции  $t = 5$  с/ позволяет оценить минимальную активность, которая может быть зарегистрирована:  $\sim 25$  расп./с.

Для иллюстрации на рис. 5 показан спектр масс радиоактивных продуктов, полученный после масс-сепарации мишени, облученной пучком протонов с энергией 70 ГэВ. Мишень представляет собой связку из вольфрамовой проволоки толщиной 50 мкм и весом  $\sim 2$  г. Через 20 часов после облучения мишень загружалась в ионный источник с поверхностной ионизацией  $^{15}$ . Разделения проводились на электромагнитном масс-сепараторе установки ЯСНАПП  $^{16}$ . Калибровка шкалы масс осуществлялась после того, как интенсивные линии были идентифицированы /определялось Z и A соответствующих изотопов/ путем спектрометрии  $\gamma$ -излучения с помощью Ge(Li) -детекторов.

Авторы выражают благодарность К.Я.Громову и В.А.Карнаухову за внимание и поддержку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Migdal A.B. et al. *Phys.Lett.*, 1976, 65B, p.423; В кн.: Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра, т. II, ОИЯИ, Д-9920, Дубна, 1976.
2. Карнаухов В.А. Изв. АН СССР, 1977, т.8, с.1538.
3. Бугорский А.П. и др. ОИЯИ, 13-10216, Дубна, 1976.
4. Кононенко Г.А. и др. Тезисы докладов XXVII совещания по ядерной спектроскопии и структуре ядра, с.498, Ташкент, 1977.
5. Beyer G. et al. *Nucl.Instr. and Meth.*, 1971, 96, p.437.
6. Музиоль Г., Райко В.И., Тыррофф Х. ОИЯИ, Р6-4487, Дубна, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 мая 1978 года.