

Препринт ЕФИ-1170(47)-89 .

**ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՏԻՏՈՒՏ**  
**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**YEREVAN PHYSICS INSTITUTE**



Р.А.АСТАБАТЯН, Г.В.БАДАЛЯН, С.Г.ГАСПАРЯН,  
Н.А.ДЕМЕХИНА, Р.Л.КАВАЛОВ, Э.Р.МАРКАРЯН,  
М.А.МИКАЕЛЯН, В.С.ПОГОСОВ

**ГАЗОВАЯ КАМЕРА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИОНОВ**

Նախնաախյա ԵՖԻ- 1170(47)-89

Ռ.Հ.ԱՍՏԱՐԱՏՅԱՆ, Հ.Վ.ԲԱԴԱԼՅԱՆ, Ս.Գ.ԳԱՄՊԱՐՅԱՆ,  
Ն.Ա.ԳԵՄԵԼՅԱՆ, Ռ.Լ.ԿԱՎԱԼՈՎ, Է.Ռ.ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ  
Մ.Ա.ՄԻԲԱՅԵԼՅԱՆ, Վ.Ս.ՊՈՂՈՍՈՎ

ԻՈՆՆԵՐԻ ԳՐԱՆՑՄԱՆ ԳԱՋԱՅԻՆ ԽՑԻՆ

Միջուկների Ֆոտո- և էլեկտրատիրույթավորման ընթացքի ուսումնասիրման համար կատարվել են լիցքերի պրոեկցիոն եղանակի ստուգում և չափարկում: Ընդգրկայի համար ստացվել են հետևյալ լուծելիությունները:

$$\Delta E/E \approx 2,5\% \quad E \leq 240 \text{ Մէվ-ի համար և } \Delta Z/Z \approx 5\%$$

$Z \leq 18$ -ի դեպքում: Ֆոտոտիրույթավորման փորձում պրոեկցիոն եղանակի համար ստացված են փորձարկման նախնական արդյունքներ:

Երևանի Ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1989



УДК 639.1.073

Р. А. АСТАБАТЯН, Г. В. БАДАЛЯН, С. Г. ГАСПАРЯН,  
Н. А. ДЕМЕХИНА, Р. Л. КАВАЛОВ, Э. Р. МАРКАРЯН,  
М. А. МИКАЕЛЯН, В. С. ПОГОСОВ

### ГАЗОВАЯ КАМЕРА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИОНОВ

С целью изучения процессов фото- и электрофрагментации ядер проведена калибровка и проверка на пучке ионов методики проецирования зарядов, образованных при поглощении иона в проекционной камере. Получены разрешения по энергии  $\Delta E/E \approx 2,5\%$  при  $E \leq 240$  МэВ и  $A \leq 40$  и  $\Delta Z/Z \approx 5\%$  при  $Z \leq 18$ . Получены предварительные результаты по испытанию этой методики в эксперименте по фотофрагментации.

Ереванский физический институт

Ереван 1989

Preprint YERPHI-1170(47)-89

**AN ION DETECTING GASEOUS CHAMBER**

**R.A.ASTABATIAN, H.V.BADALIAN, N.A.DEMEKHINA,  
S.G.GASPARIAN, R.L.KAVALOV, E.R.MARKARIAN,  
M.A.MIKABELIAN, V.S.POGHOSOV**

The procedure of projection of charges produced at ion absorption in a projection chamber is tested and calibrated on an ion beam to study the photo- and electrofragmentation of nuclei. The energy resolution  $\Delta E/E \approx 2.5\%$  at  $E \leq 240$  MeV, and  $A \leq 40$ . The charge resolution  $\Delta Z/Z \approx 5\%$  at  $Z \leq 18$ . Preliminary results of testing are obtained in a photofragmentation experiment.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1989

Одно из наиболее интенсивно развивающихся направлений в методике газовых детекторов - методика проекционной камеры [1]. В этих камерах происходит проецирование заряда, выделившегося в чувствительном объеме вдоль трека частицы, на регистрируемую часть детектора. Такой способ регистрации заряда в сочетании со специальной электроникой обеспечивает быстрое преобразование аналогового сигнала с последующей записью данных в ЭВМ, а это позволяет проводить многократное измерение временного и пространственного распределения заряда, выделившегося в детекторе, и таким образом выявлять полную структуру процесса торможения частицы в газовой среде. По этому принципу осуществляется регистрация  $\gamma$  - квантов в детекторах рентгеновского переходного излучения (РПИ). Такой метод при выделении локального заряда от поглощения  $\gamma$  - кванта РПИ (на фоне непрерывной однородной ионизации быстрой релятивистской частицы) по крайней мере в несколько раз улучшает фактор режекции частиц [2-4].

По существу, аналогичная методика была применена и для раз-

деления ядер по  $Z$ . На рис.10 показана кривая поглощения Брэгга для иона, а соответствующая ей форма сигнала, образованного на выходе проекционного детектора, показана на рис.1в. Основная идея идентификации ядра заключается в измерении максимально нарастающей ионизации в конце пробега, когда начинается эффективное "одевание" иона. На рис.1а схематически изображен детектор, в дрейфовом объеме которого тормозится ион. Величина заряда, образующегося при этом в конце траектории, не зависит от энергии иона и определяется лишь его зарядом  $Z$  и массой  $M$ . Поэтому измерение сигнала от локального сгустка ионизации (аналогично технике выделения РПИ-фотона [5]) в конце пробега иона позволяет идентифицировать ядра по  $Z$ .

Ввиду того, что в камере происходит зеркальное отражение траектория-сигнал, область  $Z$  - зависимости  $\Delta t$ , (рис.1в) соответствует началу сигнала. Суммарный заряд, созданный ионом с момента влета в камеру до конца пробега, содержит информацию о полной энергии иона. Промежуточные же измерения сигналов вдоль траектории иона определяют удельные ионизационные потери  $dE/dx$ . Таким образом, совокупность измеренных параметров ( $E$ ,  $dE/dx$ ) позволяет полностью идентифицировать ион.

Схема детектора ионизации, в котором схематически показан на рис.1в дрейфовый объем, представляет собой герметический вакуумный сосуд, состоящий из двух отсеков: дрейфового (длина 200 см), в котором полностью поглощается ион, и пропорционального или ионизационного для измерения заряда. Цилиндрический кожух имеет входное окно (диаметр 100 мм) из алюминизированного майлара (толщина  $\sim 5$  мкм), поддерживаемое проволо-

ной сеткой высокой ( $\sim 97\%$ ) прозрачности. Входное окно является одновременно земляным электродом. Дрейфовый и пропорциональный (или ионизационный) отсеки внутри объема укрепляются с помощью изолирующих тефлоновых креплений. Электроды этих отсеков изготовлены из рам фольгированного стеклотекстолита с натянутыми на них анодными, потенциальными и сигнальными проволоками. Дрейфовый отсек образуют металлические кольца, расположенные шагом 1 см с возрастающим в направлении дрейфа напряжением, которое подается резистивным делителем, запаянным непосредственно на кольцах.

Другая модификация дрейфового отсека выполнена в виде цилиндра из фольгированного листового стеклотекстолита, на котором путем травления нанесены поперечные полосы с напаянным на них делителем напряжения.

На рис.2 приведена структурная блок-схема электронного тракта регистрации сигнала с детектора. Основные узлы его составляют: зарядочувствительный усилитель (ЗЧУ), генератор пачек (ГП) и амплитудно-цифровой преобразователь (АЦП). Параметры усилителя ( $R_{вх.} = 5 \cdot 10^6$  Ом, коэффициент усиления  $K = 1-500$ , амплитуды внутренних шумов, приведенных ко входу  $U_{ш} = (50-100)$  мкВ) в сочетании с быстродействием  $\tau_{ф} = 10$  нс позволяют осуществлять без искажений регистрацию и обработку сигнала с детектора. Генератор пачек формирует сигналы запуска в количестве до 16 штук, которые "проецируются" на кривую Брэгга, т.е. позволяют анализировать ее в заданных временных интервалах, как это показано на рис.2. В соответствии с выбранными временными отметками происходит запуск АЦП и анализ кривой Брэгга с записью сигналов в буферную память. Полное время преобразова-

ния сигналов в АЦП задается временем дрейфа заряда в камере , после чего записанные в буфер коды передаются на ЭВМ. Таким образом, восьмиразрядный АЦП параллельного действия с временем преобразования 25 нс, с памятью в 16 шестнадцатиразрядных слов обеспечивает многократное сканирование сигнала с детектора.

Регистрирующий тракт, реализованный в данной работе, несколько отличается от общепринятого [6,7] , основанного на технике формирования камерных сигналов с помощью длительной и короткой временных констант. Основное отличие - возможность ионизационных измерений вдоль всей траектории поглощения иона, что позволяет наряду с  $Z$  и  $E$  получать промежуточные распределения  $dE/dx$  вдоль траектории торможения иона.

Детектор наполнялся  $N_2 + 25\% CH_4$  при давлении 1,2 атм., скорость дрейфа при этом составляла 5 см/мкс. Лабораторные испытания проводились с изотопом  $^{226}Ra$  . На рис.3 приведены измеренные энергетические спектры  $\alpha$  - частиц. При оценке энергетического разрешения учитывались средние потери энергии при прохождении входного майларового окна (0,9 МэВ для  $\alpha$  - частиц с  $E = 7,7$  МэВ), флуктуации потерь, а также флуктуации, обусловленные внутренними шумами усилителя. Последнее распределение на этом рисунке - тестовый сигнал на выходе усилителя. Камера работает без постоянного обновления газа (продува), поэтому важной характеристикой является стабильность ее работы во времени. Смещение спектра на рис.3 составляет  $\sim 4\%$  спустя 50 ч после наполнения рабочим газом, а энергетическое разрешение (2-2,5)% практически не меняется. Следует отметить, что ввиду малости величин пробегов  $\alpha$  - частиц от  $^{226}Ra$  (практически все возможные траектории заканчиваются на расстоянии 10-12 см от регистрирующей части детектора) времена сбора зарядов боль-

ше, т.е. условия регистрации наихудшие.

Вторым этапом в испытании методики явилось экспонирование детектора на пучке ионов ЛЯР ОИЯИ. Схема экспериментальной установки показана на рис.4а. Детектор регистрировал упруго рассеянный на тяжелой мишени коллимированный монохроматический пучок ионов с энергией (5-6) МэВ/нуклон от ускорителя У-300.

На рис.5 приведены измеренные энергетические распределения для ионов  ${}^{14}_7\text{N}$ ,  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$  и  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$  с полными энергиями 70, 120 и 240 МэВ, соответственно. Там же показана линейная зависимость амплитуды сигнала от энергии ионов. Энергетическое разрешение, как и для  $\alpha$ -частиц, составляет  $\sim 2\%$ . Рис.6 иллюстрирует результаты измерений величин зарядов ионов в области  $z = 2-18$  с разрешением  $\Delta z/z \approx 5\%$ .

Проекционный детектор был испытан также для регистрации ядерных фрагментов, образующихся при облучении фотонами тормозного излучения с максимальной энергией 2 ГэВ на синхротроне ЕрФИ. Измерялись энергия и заряды фрагментов, вылетающих из мишени под углом  $90^\circ$  к направлению фотонного пучка в телесном угле  $5 \cdot 10^{-3}$  ср. Детектор регистрировал фрагменты с энергией  $E \leq (7-8)$  МэВ/нуклон, пробеги которых укладывались в длину дрейфового отсека.

На рис.7 и 8 представлены кривые выходов фотофрагментов, образованных в медной мишени толщиной 7 мкм в зависимости от заряда. Распределения получены после соответствующего отбора событий по полной энергии фрагментов, причем дискриминация по  $z$  осуществлялась аппаратурно, а по энергии - после набора данных. Из сравнения кривых лучшее выделение фрагментов наблюдается по мере увеличения порога дискриминации по полной энер-

тим фрагментов, т.е. отбора данных с  $E > 1$  МэВ/нуклон. Дальнейшее увеличение порога ведет к уменьшению числа событий: статистическая обеспеченность кривой на рис.8 при  $E_{\text{фр}} \approx 29$  МэВ уже недостаточна.

На рис.9 представлены данные по относительному выходу фрагментов при  $E_{\text{фр}} \approx 11,6$  МэВ.

Как видно из данных по регистрации фрагментов, представленных на рис.7 и 8, описываемый детектор обеспечивает надежную идентификацию ядер He, Li, Be, B.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Оганесяну М.Ц., Ленионжквичу Ю.Э. за предоставленную возможность работы на ускорителе У-300 ЛЯР ОИЯИ, Маргаряну Ю.Л., Чубаряну Г.Г. за помощь при проведении измерений, а также Есиной А.Л. за оформление статьи.

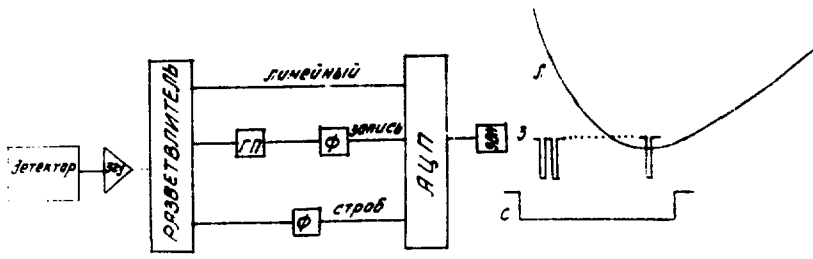
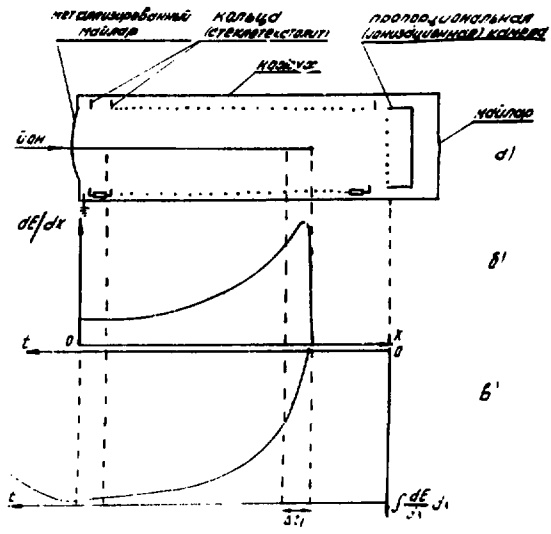


Рис.2

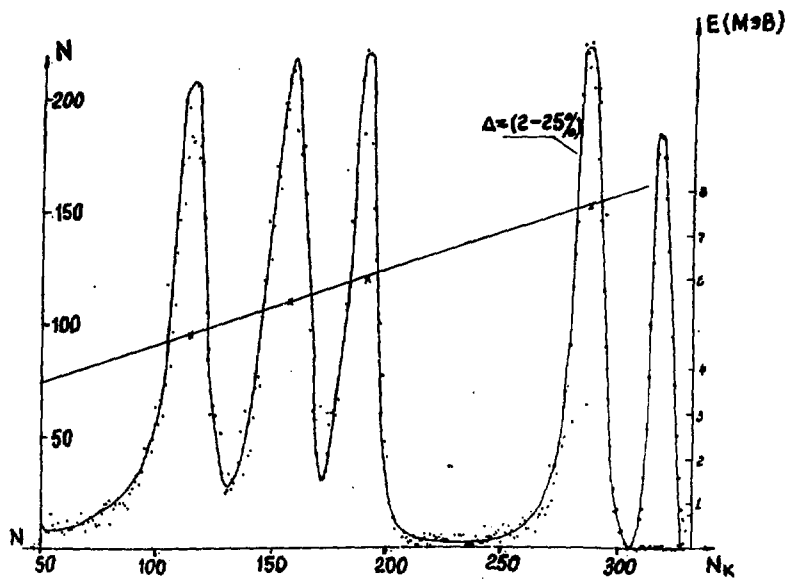


Рис.3

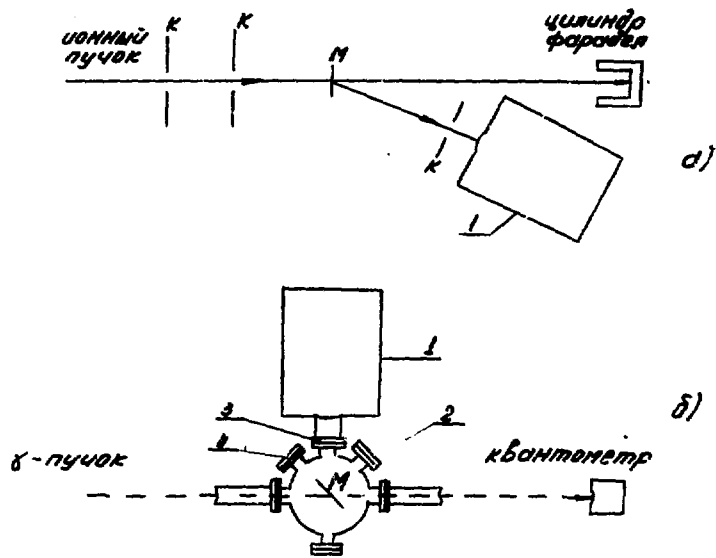


Рис.4

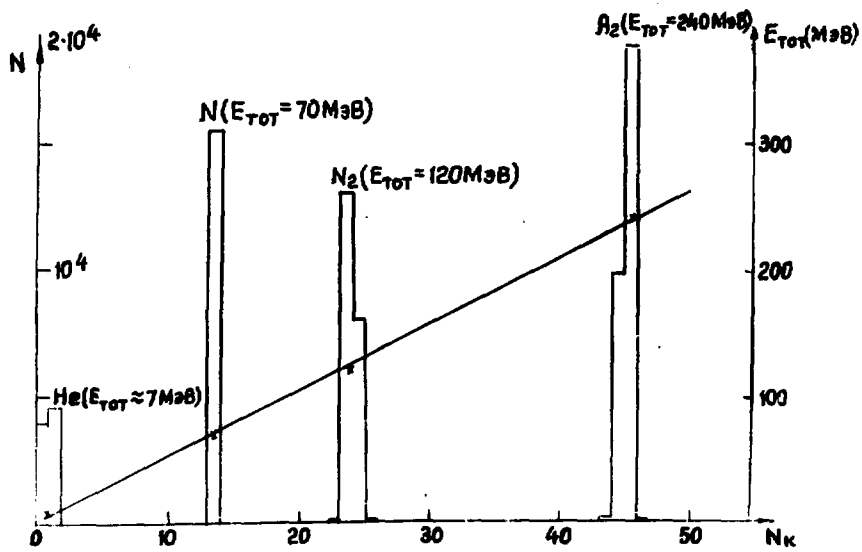


Рис.5

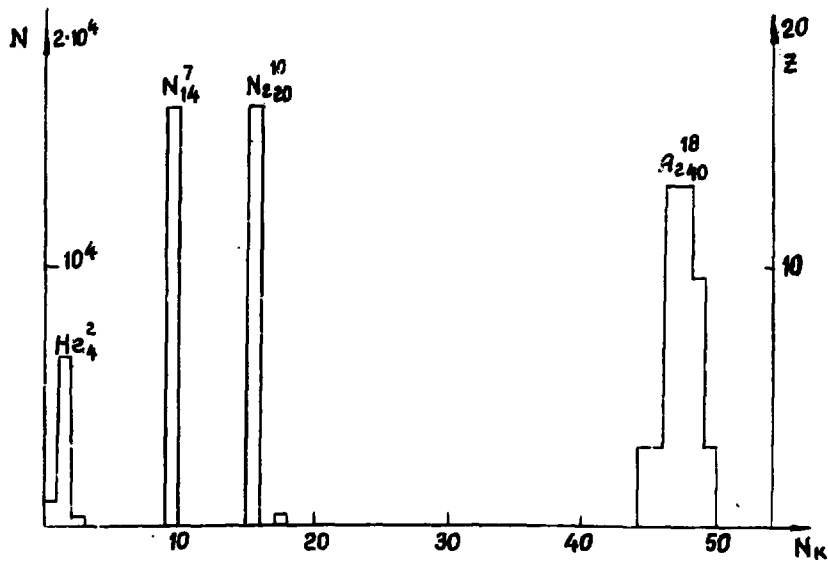


Рис.6

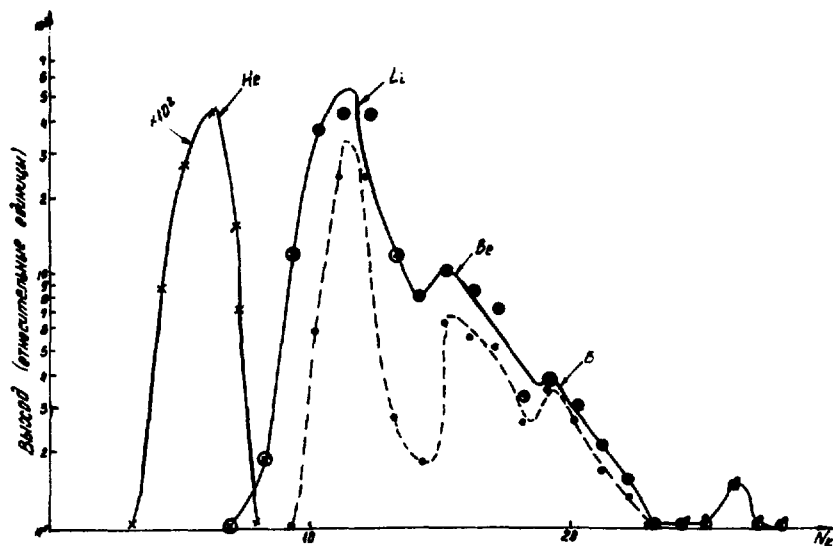


Рис. 7

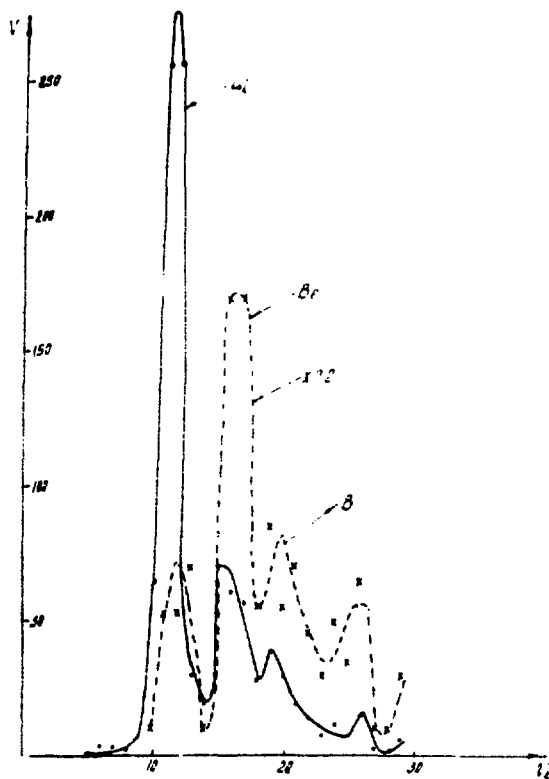


Рис. 8

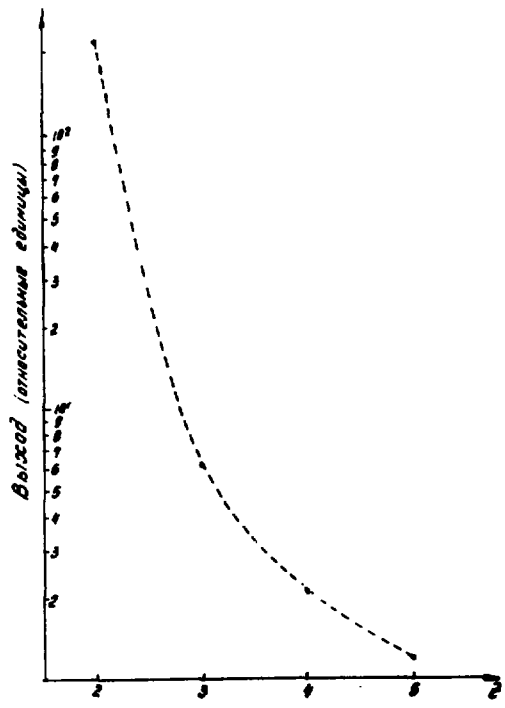


Рис.9

## ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Схематический вид камеры, кривая поглощения Брэгга, форма сигнала на выходе камеры.

Рис.2 Структурная блок-схема электронного тракта регистрации и диаграмма сигналов на входах АЦП.

Рис.3 Энергетический спектр от изотопа  $^{226}\text{Ra}$  .

Рис.4 Схемы экспериментальных установок:

а - на пучке ионов У-300 ДЯР ОИЯИ

б - на пучке  $\gamma$  - 2 ускорителя ЕрФИ

Условные обозначения:

К - коллиматоры

М - мишени установок

И - детектор ионов

2, 3, 4 - отводы под углами 45, 90, 135°, соответственно, для присоединения детектора к вакуумной камере.

Рис.5 Энергетические спектры ионов  $^4_2\text{He}$  ,  $^{14}_7\text{N}$  ,  $^{20}_{10}\text{Ne}$  ,  $^{40}_{18}\text{Ar}$  .

Рис.6 Соответствующие энергетическим спектрам на рис.5 спектр по  $Z$  .

Рис.7 Спектры по  $Z$  фрагментов в относительных единицах:

× -  $E_{\text{Фр}} \geq 2$  МэВ

⊗ -  $E_{\text{Фр}} \geq 11,6$  МэВ

• -  $E_{\text{Фр}} \geq 20,3$  МэВ

Рис.8 Спектры по  $Z$  фрагментов в абсолютных единицах:

• -  $E_{\text{Фр}} \geq 20,3$  МэВ

× -  $E_{\text{Фр}} \geq 29$  МэВ

Рис.9. Относительный выход фрагментов при  $E_{\text{Фр}} \geq 11,6$  МэВ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Breskin A., Johansson T., Polikanov S. et al. The tree: A  $4\pi$ , low-pressure tracking range and energy chamber for heavily ionizing particles. NIM 217(1983) 131-134.
2. Ludlam T., Platner E., Polychranakos V. et al. Partical Identification by Electron Cluster Detation of Transition Radiation Photons. CERN-EP/80-156 p.7.
3. Астабатьян Р.А., Кавалов Р.Л., Маркарян К.Ж. Материалы II симпозиума по переходному излучению частиц высоких энергий. Ереван, 13-16 сентября 1983 г., с.586-592.
4. Амбарцумян В.Г., Астабатьян Р.А., Иоаннисян А.Н., Кавалов Р.Л. Установка по исследованию характеристик детектора рентгеновского переходного излучения. ВАНТ, 1986, 4(30), с.76-82.
5. Астабатьян Р.А., Лорикян М.П., Манукян Г.А. и др. Способ выделения локальной и распределенной в пространстве ионизаций. Препринт ЕФИ-407(14)-80, Ереван, 1980.
6. Gruhn C.R., Binimi M. et al. NIM 196 (1982) 33.
7. Kotte R., Keller H. et al. Bragg-peak spectroscopy of low-energy heavy ions. ZfK--591 (1986).

Рукопись поступила 19 мая 1989 г.

АСТАБАТЯН Р.А., БАДАЛЯН Г.В., ГАСПАРЯН С.Г., ДЕМЕХИНА Н.А.,  
КАВАЛОВ Р.Л., МАРКАРЯН Э.Р., МИКАЕЛЯН М.А., ПОГОСОВ В.С.

ГАЗОВАЯ КАМЕРА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИОНОВ

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

---

Подписано в печать 21/VI-89г.

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,5

Зак. тип. № 977

ВФ-02205    Формат 60x84/16

Тираж 299 экз.    Ц. 8 к.

Индекс 3649

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте

Ереван 36, ул. Братьев Алиханян, 2

**The address for requests:  
Information Department  
Yerevan Physics Institute  
Alikhanian Brothers 2,  
Yrevan, 375036  
Armenia, USSR**

**ИНДЕКС 3649**



**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**