

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-399(6)-80

Л.О.АБРАМЯН, Ф.В.АДАМЯН, Г.Г.АКОПЯН
Г.В.АРУСТАМЯН, Г.А.ВАРТАПЕТЯН, П.И.ГАЛУМЯН,
В.О.ГРАБСКИЙ

12-МОДУЛЬНЫЙ ДЕТЕКТОР НЕЙТРОНОВ

ԵՐԵՎԱՆ 1980 ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-399(6)-80

Л.О.АБРАМЯН, Ф.В.АДАМЯН, Г.Г.АКОПЯН,
Г.В.АРУСТАМЯН, Г.А.ВАРТАПЕТЯН, П.И.ГАЛУМЯН, В.О.ГРАБСКИЙ

12-МОДУЛЬНЫЙ ДЕТЕКТОР НЕЙТРОНОВ

Ереван 1980

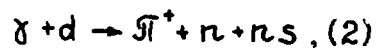
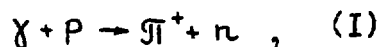
© *Ереванский физический институт, 1980*

Детекторы нейтронов на основе пластических сцинтилляторов успешно применяются в экспериментальных исследованиях. Доступность получения сцинтилляторов больших объемов позволяет создать широкоапертурные многомодульные детекторы нейтронов, имеющие сравнительно высокую эффективность регистрации [1-4]. С другой стороны, свойственные пластическим сцинтилляторам хорошие временные параметры дают возможность осуществить время-пролетную спектрометрию нейтронов.

Разработанный и созданный в Ереванском физическом институте модульный детектор нейтронов содержит 12 сцинтилляционных счетчиков, собранных в виде матрицы 4 x 3 в металлическом каркасе. Каждый счетчик в отдельности состоит из пластического сцинтилляционного радиатора на основе полистирола размерами $23.2 \times 23.2 \text{ см}^2$ в сечении и 30 см длиной по пучку, просматриваемого фотоумножителем ФЭУ-30 [5]. В конструкции счетчиков применен комбинированный диффузно-зеркальный отрагатель для радиатора (диффузное отражение с боковых стенок, зеркальное - с передней). Алюминиевая фольга конической формы использовалась в качестве световода от радиатора к фотоумножителю. Световая

изоляция обеспечена как для всего детектора в целом, так и для отдельных счетчиков.

Для изучения характеристик детектора использовались нейтроны и протоны, образующиеся в реакциях фоторождения одиночных Π^+ -мезонов



на водороде и на нуклонах дейтерия [6]. Экспериментальные исследования проводились на пучке линейно-поляризованных фотонов с использованием жидководородной (дейтериевой) мишени [7]. Регистрация Π^+ -мезонов осуществлялась с помощью магнитного спектрометра с применением время-пролетной методики для разделения Π^+ -мезонов от протонов [8].

Исследуемый детектор ориентировался по оси вылета нуклонов, в соответствии с кинематикой реакции 1-3 (рис. 1). Помимо регистрации нуклонов в детекторе, осуществлялся время-пролетный анализ регистрируемых частиц на базе пролета $L \approx 3.3$ м от мишени до модулей детектора. В качестве реперных сигналов использовались импульсы от двух ФЭУ счетчика S_1 магнитного спектрометра с применением метода компенсации временных флуктуаций [9], связанных с размерами счетчика S_1 . При регистрации нейтронов от дейтериевой мишени перед детектором помещался 20 мм свинцовый поглотитель.

В электронной схеме детектора нейтронов использовались дискриминаторы-формирователи с фиксированным порогом типа DF-132 (SAIP).

Эксперимент проводился на "линии" с комплексом ЭВМ ИИИ [10]

Эффективность регистрации нейтронов в модульном детекторе определялась двумя методами. В первом случае эффективность определялась по числу зарегистрированных нейтронов в совпадении с Π^+ -мезонами, образующихся в реакции (1). При этом абсолютное число и распределение нейтронов по энергии и координатам влета в детектор, (рис.2), определялись с помощью моделирования реакции методом Монте-Карло с использованием данных по дифференциальным сечениям реакции (1) из работ [11,12]. Данным методом эффективность измерена для четырех значений энергии нейтронов $E_n = 68 \pm 4$, 115 ± 7 , 132 ± 8 , 150 ± 10 МэВ и пороге регистрации $\Gamma \approx 4 \pm 1$ МэВ (эквивалентная энергия электрона). Полученные значения эффективности приведены на рис.3. При вычислении ошибок в эффективности учитывалась возможная в эксперименте систематическая ошибка *) ($\sim 10\%$).

Порог регистрации нейтронов устанавливался по краю спектра комптоновских электронов от изотопа ^{60}Co [13]. γ -кванты регистрировались модулем детектора и мониторным счетчиком в совпадении.

Второй метод определения эффективности заключался в измерении отношения выходов реакций (2,3) фоторождения Π^\pm -мезонов на дейтериевой мишени. Эффективность регистрации нейтронов определялась по формуле

$$\varepsilon = 1/R * N_{\pi^+} / N_{\pi^-} ,$$

где $R = dG/dt(\pi^+) / dG/dt(\pi^-)$ - известное в литературе отно-

*) статистические ошибки в определении выходов реакции (1) не превышали 4%.

шение дифференциальных сечений, а $N_{\Sigma^+}/N_{\Sigma^-}$ — полученное в эксперименте отношение выходов реакций 2 и 3. Следует отметить, что несмотря на экспериментальные трудности, связанные с применением ядерной мишени, преимущество метода для определения эффективности заключается в использовании только относительно измеряемых величин. Данным методом измерена эффективность для энергий нейтронов $E_n \approx 115 \pm 24$ МэВ и порога регистрации $T \approx 10 \pm 2$ МэВ (экв.эл.эн.) (рис.3).

Распределение нейтронов по координатам влета в детектор, вычисленное методом Монте-Карло с учетом движения нуклонов в мишени d_2 , примерно соответствует равномерному.

Порог регистрации, соответствующий $T \approx 10$ МэВ (экв.э.эн.), был установлен по пику ионизации космических μ -мезонов.

На рис.3 наряду с экспериментальными значениями эффективности приведены расчетные кривые, полученные с помощью моделирования процесса регистрации нейтронов в модульных детекторах методом Монте-Карло. Поправки к расчетам эффективности регистрации, связанные со свинцовым поглотителем, учтены на основе данных [14].

Временные характеристики пластических сцинтилляционных детекторов нейтронов при использовании дискриминаторов с фиксированным порогом могут существенно зависеть как от величины энергии регистрируемых нейтронов, так и от величины порога регистрации. Этот факт, являющийся следствием неоднородности световых выходов нейтронов в сцинтилляторе, связанной со спецификой регистрации, имеет место, если не применяются компенсационные методы [2,3].

Временное разрешение детектора измерено при регистрации нейтронов, образующихся в реакции (I) на водородной мишени.

Одновременность срабатывания модулей детектора осуществлялась с помощью регистраций космических мюонов модулями, включенными попарно в совпадение. Временной разброс реперного сигнала G_R , полученный из данных время - пролетного анализа частиц в магнитном спектрометре, составлял 1 нсек. Разброс же по времени, связанный с некогерентностью нейтронов, на базе пролета $L \approx 3,3$ м был равен примерно $\pm 0,6$ нсек.

Временное разрешение детектора G_t измерено для 4-х значений энергии нейтронов $E_n = 68 \pm 4$, 115 ± 7 , 132 ± 8 и 150 ± 10 МэВ и для порога регистрации $T_n \approx 4$ МэВ (экв.эл.эн). Время - пролетные спектры нейтронов, соответствующие средним значениям энергии $E_n \approx 68$ и 115 МэВ, приведены на рис.4. Величина G_t для энергии нейтронов $E_n \approx 115$ МэВ составляла примерно 2 нсек и практически не менялась с увеличением энергии. Однако для нейтронов с энергией $E_n \approx 68$ МэВ временное разрешение детектора было существенно хуже, а во временном распределении наблюдался характерный пороговому эффекту медленный спад (рис.4).

Из полученных результатов можно заключить, что при низких значениях порога регистрации ~ 4 МэВ (экв.эл.эн.) компенсационные методы существенны для энергий нейтронов $E_n < 100$ МэВ.

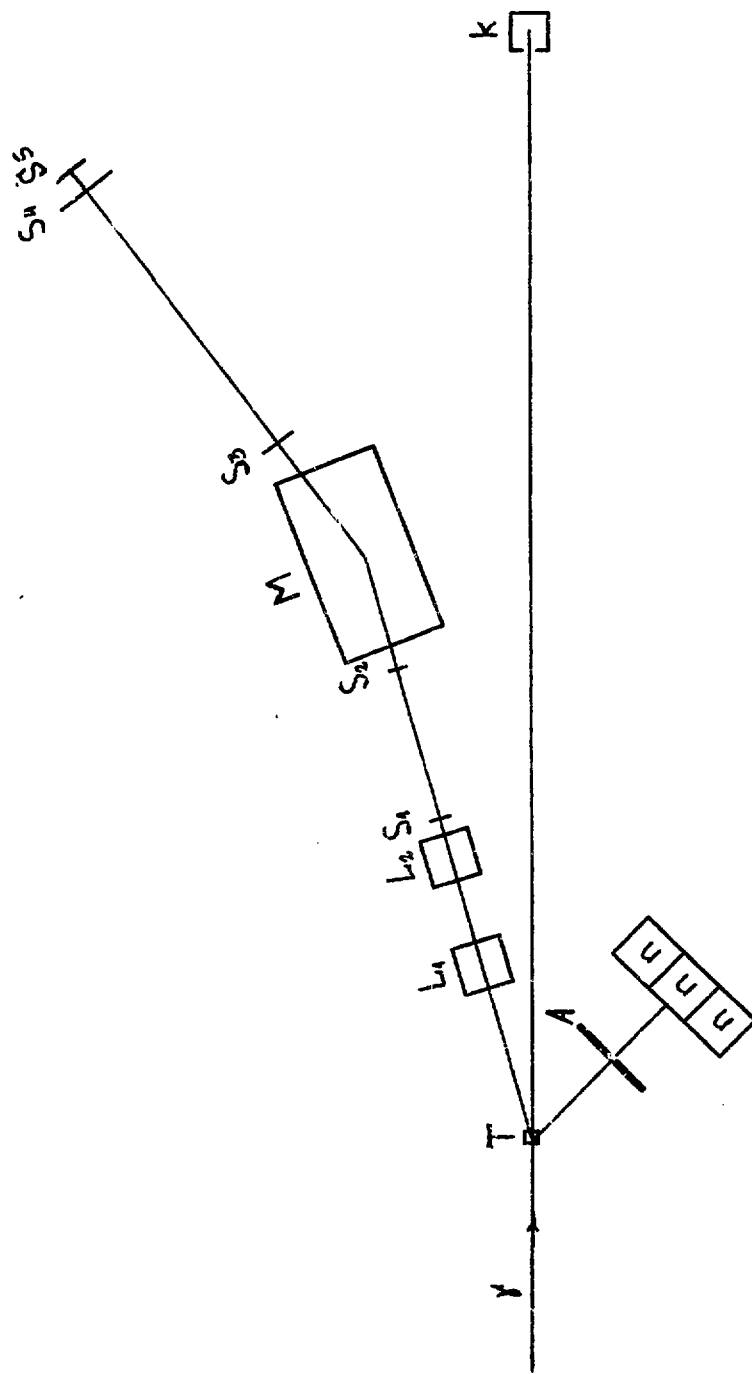


Рис. I

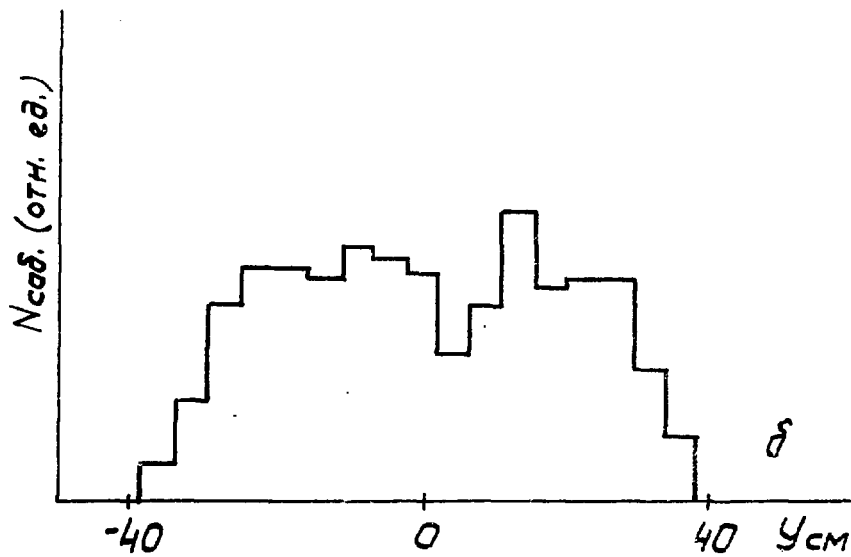
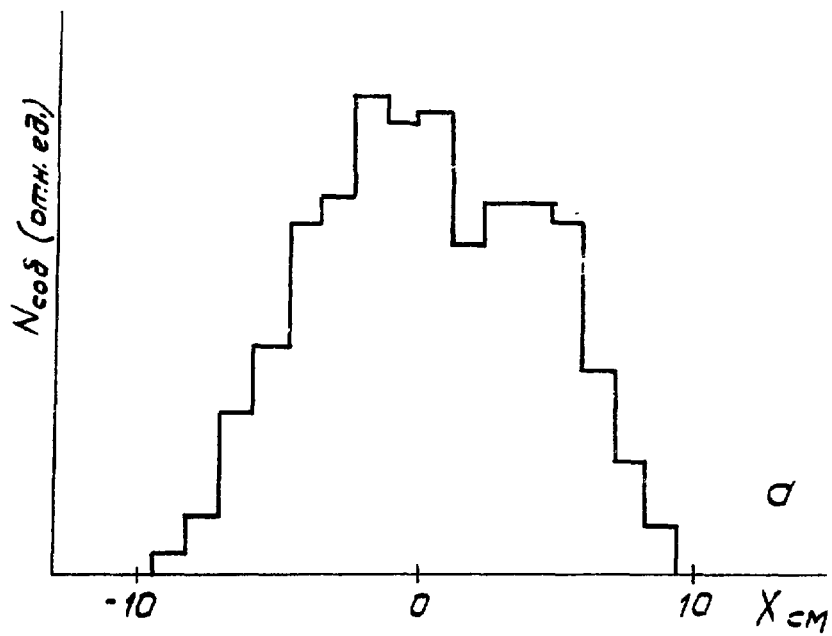


Рис. 2

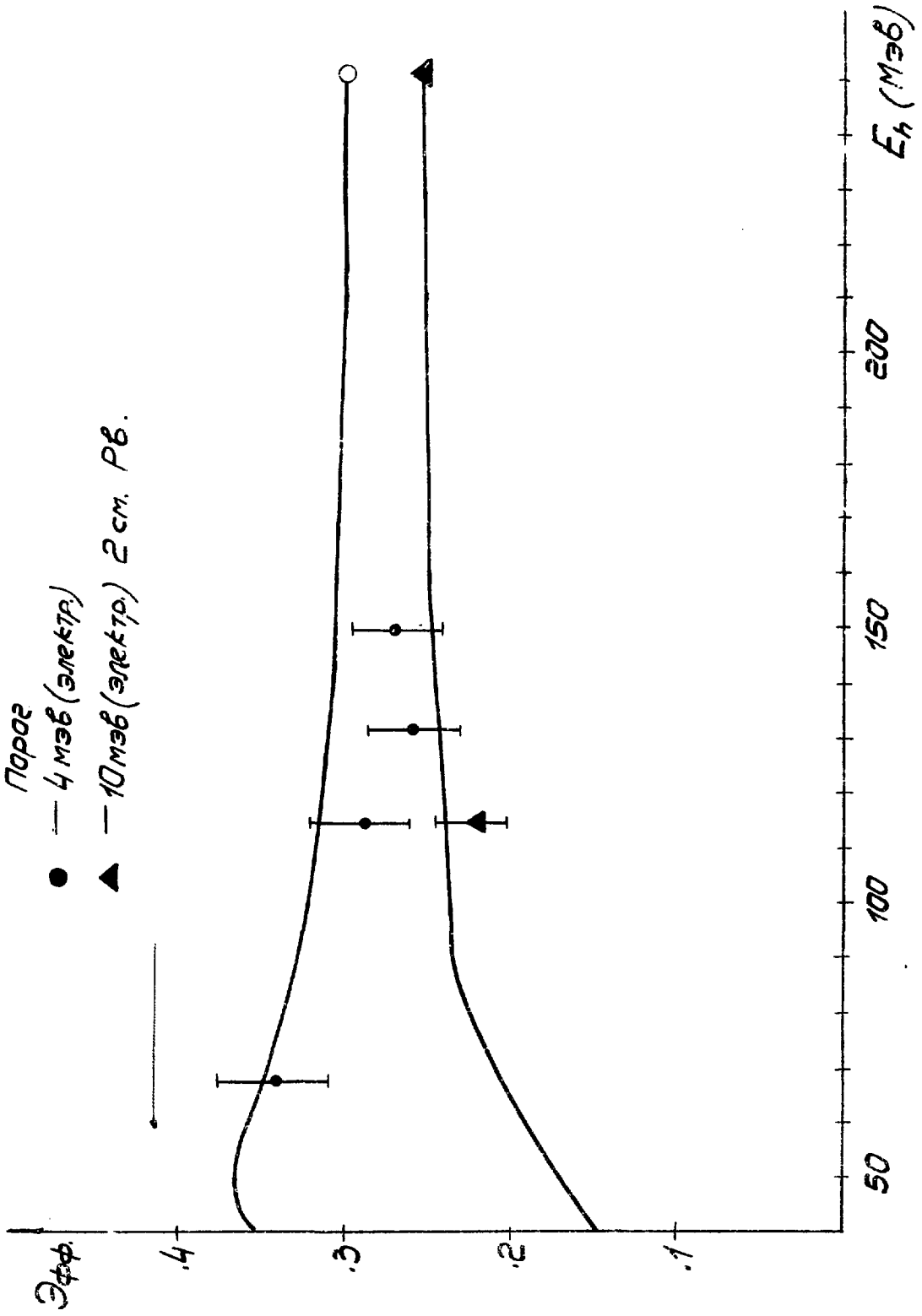


Рис.3

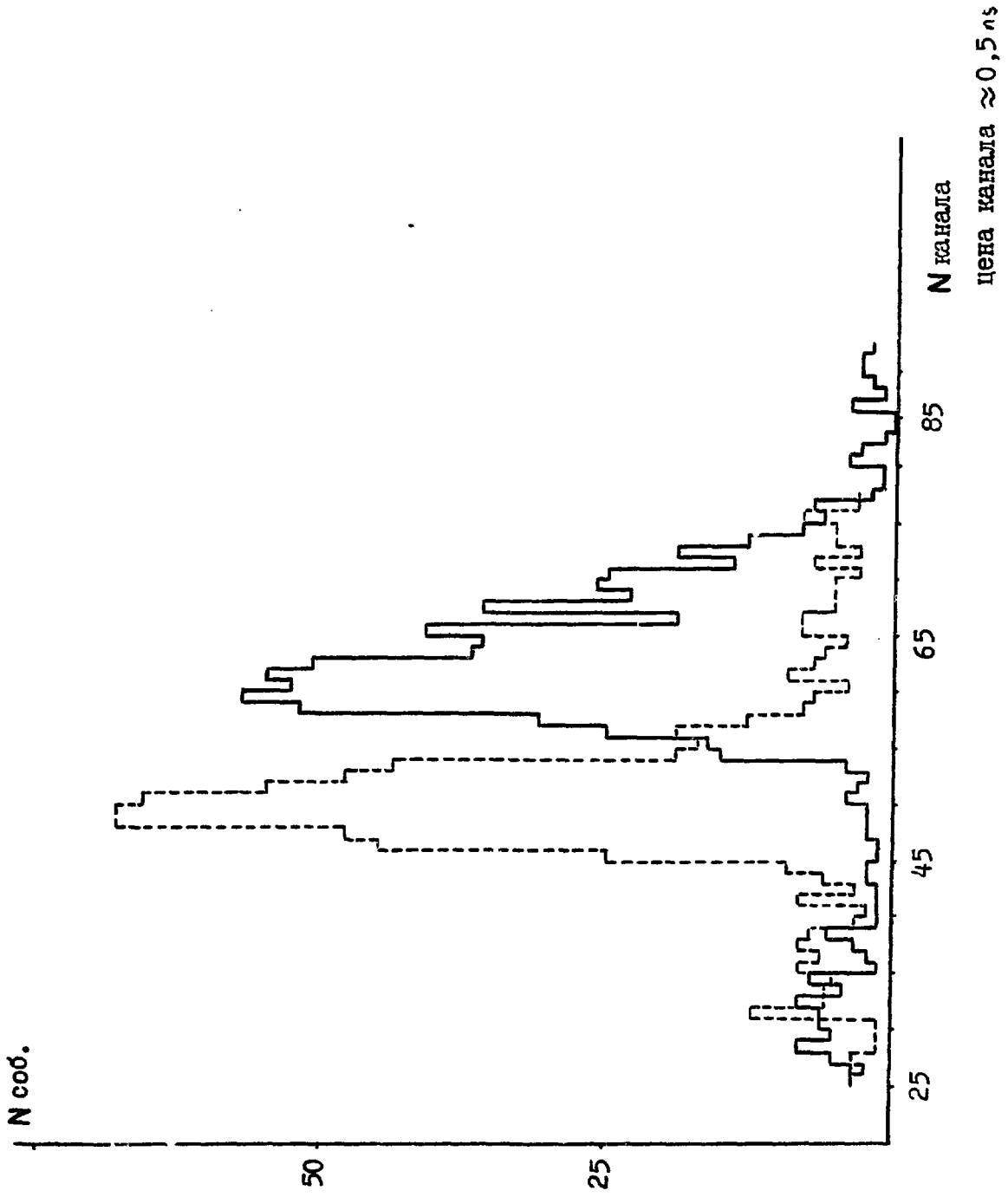


Рис. 4

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

1. Экспериментальная установка:

L_1 L_2 - квадрупольные линзы. М-отклоняющий магнит, S_1 S_2 S_3 S_4 - триггерные счетчики, А - антисовпадателные счетчики, n - детектор нейтронов, Т-жидководородная (дейтериевая) мишень, К-квантометр.

2. Типичное координатное распределение нейтронов в детекторе в реакции (I):

а) по горизонтальной координате

б) по вертикальной координате

3. Эффективность регистрации нейтронов.

4. Время-пролетный спектр нейтронов:

— $E_n = 68$ МэВ --- $E_n = 115$ МэВ.

ЛИТЕРАТУРА

- I. D.Bollini et al. Nuovo Cim. 61A, 125 (1969)
2. Y.Hemmy et al. Nucl.Inys. B55, 333, 1973
3. A.Del Guerra et al. DL/P 260, 1976
4. R.M.Brown et al. RL-76-039, 1976
5. П.И.Галумян и Р.Х.Маркарян ПТЭ 4, 70, 1977
6. Contributed paper N1035,1036 XIX International Conference on High Energy Physics Tokyo-1978
7. L.O.Abrahamian et al. Phys.Lett. 48B, 463, 1974
8. L.O.Abrahamian et al Phys.Lett. 38E, 544, 1972
9. C.Charpak et al. Nucl.Instr.and Meth. 15, 323, 1962

10. A.T.Dadian et al. Nucl.Instr.and Meth. 123, 193, 1975
- II. P.Joos DESY-Hera 70-1, 1970
- I2. P.E.Scheffler and P.H.Walden Phys.Rev.Lett. 24, 952,1970

- I3. G.C.Chikkur and N.Umakatha Nucl.Instr,and Meth, 80, 239, 1970
- I4. G.Betti et al. DL/P 243, 1975

Рукопись поступила 25-го января 1980 г.



Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 593 ВБ- 05099 Тираж 296

Препринт БИИ Формат издания 60 x 84/16

Подписано к печати 7/У-80г. 1,0 уч.изд.л.Ц. 7 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван-36, пер.Маркаряна 2

индекс 3624