



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

---

Л.Б. Пикельнер, М.И. Пшитула, Ким Хи-сан, Чэн Лин-янь, Э.И. Шарапов

1078

СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР  
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ  
РАССЕЯННЫХ НЕЙТРОНОВ

*ТЖЭ, 1963, №2, с 51-53.*

Л.Б. Пикельнер, М.И. Пшитула, Ким Хи-сан, Чэн Лин-янь, Э.И. Шарпов

1078

СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР  
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ  
РАССЕЯННЫХ НЕЙТРОНОВ

1640/3 чр

УДК 621.372.6  
ИССЛЕДОВАНИЕ  
БИБЛИОТЕКА

Дубна 1962 год

### А н н о т а ц и я

Описывается сцинтилляционный детектор для исследования рассеяния резонансных нейтронов по методу времени пролета.

Эффективность детектора к нейтронам слабо зависит от энергии и составляет ~10% в области сотен эв, при этом эффективность к  $\gamma$ -лучам на 3 порядка меньше. Время жизни нейтронов в детекторе ~ 15 мксек.

Приводится участок спектра резонансного рассеяния нейтронов на  $Rh^{103}$ .

Для исследования сечения рассеяния нейтронов в резонансной области по методу времени пролета необходим детектор, удовлетворяющий ряду требований: достаточно высокая эффективность к нейтронам в области от нескольких эв до нескольких сот эв, хорошая дискриминация гамма-излучения, неопределенность во времени регистрации нейтрона меньшая длительности нейтронного импульса, возможность регистрации рассеянных нейтронов в телесном угле, близком к  $4\pi$ . В настоящей работе описан детектор, используемый для исследования сечения рассеяния нейтронов на импульсном быстром реакторе ОИЯИ<sup>1/1</sup>, в основном удовлетворяющий перечисленным требованиям.

В качестве сцинтиллятора в детекторе использовался светосостав марки Т-1<sup>2/2</sup>, содержащий  $ZnS(Ag)$  с бором. Светосостав Т-1 готовился на заводе "Красный Химик" /г. Ленинград/ методом совместной прокалки борной кислоты,  $ZnS$  и активатора при температуре  $920^{\circ}C$ . Вес борной кислоты составлял 55% от веса  $ZnS$ . Полученная спеченная масса измельчалась и просеивалась для выделения зерен нужного размера (200-500 микрон), обеспечивавших лучшие условия для пропускания света. Этот светосостав обладает высокой эффективностью регистрации тепловых нейтронов, но мало пригоден для регистрации более быстрых нейтронов из-за малой прозрачности, что не позволяет использовать толстые слои сцинтиллятора. Для повышения эффективности и улучшения оптических свойств сцинтиллятора была использована следующая конструкция. Порошок Т-1 помещался в виде слоев толщиной 1 мм между пластинами плексигласа толщиной 9 мм, так что получался сцинтилляционный блок трапецевидного сечения длиной 50 см. Детектор состоял из восьми блоков, собранных в восьмигранник, как это показано на рис. 1, на котором дано сечение детектора.

Каждый блок просматривался с обоих торцов фотоумножителями ФЭУ-24. Такая конструкция детектора повышала его эффективность благодаря замедлению нейтронов в плексигласе, а кроме того, пластины плексигласа являлись светопроводам, по которому световая вспышка попадала на фотокатод ФЭУ. Боковые поверхности сцинтилляционных блоков покрыты отражателем на основе двуокиси титана  $TiO_2$ .

Детектор заключен в светонепроницаемый дюралевый кожух, внутренний цилиндрический канал которого имеет диаметр 220 мм. Для уменьшения рассеяния нейтронов на воздухе внутри канала установлена герметичная труба, из которой откачивался воздух после установки исследуемого образца. Телесный угол, в котором регистрируются рассеянные нейтроны, составляет около  $3,6\pi$  стерадиан. На рис. 2 представлена фотография детектора с открытым кожухом.

Значительные размеры детектора и плохая прозрачность  $ZnS$  приводили к существенному ухудшению светособираания, поэтому амплитуды импульсов на выходе ФЭУ имели большой разброс. Используемые для регистрации импульсы лежали в диапазоне амплитуд от трех милливольт до 0,5 вольта. Нижняя граница амплитуд определялась уровнем шумов ФЭУ.

Импульсы от каждого из 16 фотоумножителей усиливались предусилителем с коэффициентом усиления 15, суммировались и поступали на вход основного неперегружающегося усилителя с коэффициентом усиления 100. Усиленные импульсы подавались на интегральный дискриминатор и через выходной катодный повторитель по кабелю на временной анализатор.

Одним из важных параметров детектора являлось время жизни нейтронов в сцинтилляторе. Для определения его была использована импульсная ионная трубка, дающая по реакции  $D(T, n)He^4$  нейтронный импульс длительностью 1 мксек.

Как показали результаты измерений, время жизни нейтронов оказалось равным - 15 мксек. Эта величина являлась приемлемой для нашего спектрометра по времени пролета, так как длительность нейтронного импульса реактора составляла около 40 мксек.

Эффективность регистрации детектором нейтронов различной энергии определялась на пучке реактора, а также с калиброванным  $Po + Be$  источником нейтронов. При определении эффективности на пучке реактора коллимированный нейтронный пучок падал на свинцовый рассеиватель, помещенный в центре детектора. Импульсы с детектора подавались на временной анализатор, что позволяло определять время пролета нейтронами 500-метровой базы, на которой помещался детектор.

Эффективность  $\epsilon$  детектора определялась по формуле

$$N_i = P_i (1 - e^{-n\sigma}) \epsilon,$$

где  $N_i$  - число счетов детектора в  $i$ -том канале,

$P_i$  - поток нейтронов в том же временном канале на всю облучаемую площадь образца за время измерения,

$n$  - число ядер  $Pb$  на  $cm^2$  рассеивателя,

$\sigma$  - сечение рассеяния нейтронов ядрами свинца, постоянное в области до 10 Кэв и равное 11,3 барна.

На рис. 3 приведен график зависимости эффективности детектора от энергии нейтронов, полученный на основании описанного измерения. Из графика видно, что эффективность детектора слабо зависит от энергии и составляет около 14% в области 5-100 эв. Минимум на кривой при энергии 340 эв связан с наличием в кожухе детектора примеси марганца, имеющего сильный резонанс при этой энергии.

Оценка эффективности детектора в области энергий нейтронов порядка нескольких Мэв, полученная из измерений с  $Po + Be$  источником, дала величину около 4% для рабочих условий детектора.

При исследовании резонансного рассеяния нейтронов важно обеспечить хорошую дискриминацию гамма-лучей, возникающих при захвате нейтронов в образце. Зависимость эффективности регистрации гамма-лучей детектором от порога дискриминации измерялась с помощью источника  $Co - 60$  известной активности. Результаты измерений приведены на рис. 4. На этом же рисунке приведена аналогичная кривая для нейтронов  $Po + Be$  источника. Как видно из рисунка, эффективность регистрации гамма-квантов при рабочем пороге 5 в составляет примерно  $10^{-2}\%$  и быстро спадает с увеличением порога, в то время как для нейтронов эффективность изменяется сравнительно слабо.

С помощью описанного детектора было исследовано рассеяние нейтронов ядрами  $Rh^{103}$  в области энергий ниже 400 эв. Разрешение составляло 0,1 мсек/м.

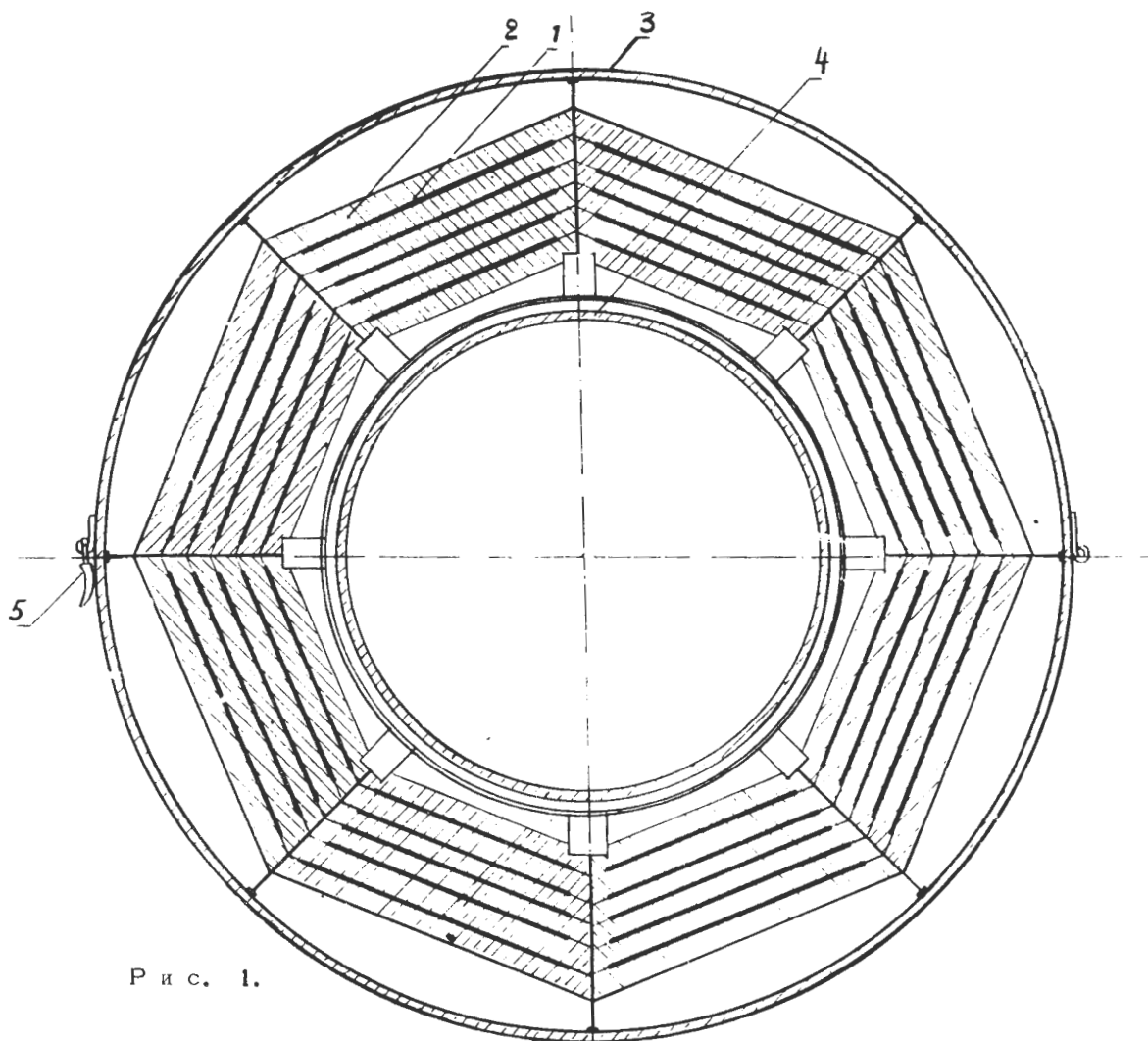
На рис. 5 приведен участок спектра, полученный при следующих условиях: облучаемая площадь образца  $Rh^{103}$   $220 \text{ см}^2$ , толщина  $0,2 \text{ мм} / 1,43 \cdot 10^{21} \text{ яд/см}^2$ , время измерения 20 часов.

По оси ординат отложено число счетов на канал шириной 8 мсек, по оси абсцисс - номер канала временного анализатора. Пунктиром показан уровень фона, полученный на пучке в отсутствии образца.

### Л и т е р а т у р а

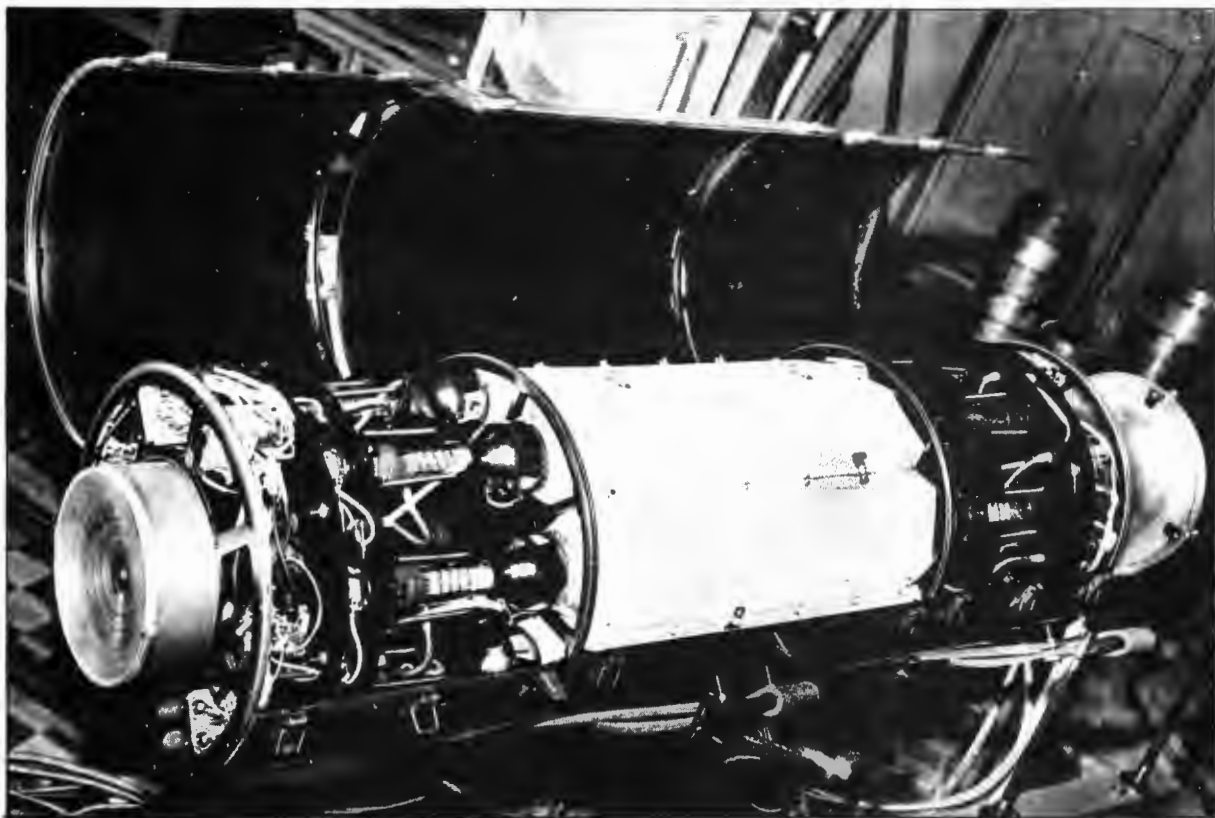
1. Г.Е. Блохин, Д.И. Блохинцев и др. Атомная энергия, 1961, 10, вып. 5, 437.
2. Т.В. Тимофеева, С.П. Хормушко. Известия АН СССР, 1958, сер. физ. 22, 14.

Рукопись поступила в издательский отдел  
24 августа 1962 года.



Р и с. 1.

Поперечное сечение детектора; 1-слой светосостава Т-1; 2-пластина плексигласа; 3- внешний кожух; 4-дюралевая вакуумная труба; 5-защелка кожуха.



Р и с. 2. Фотография детектора с открытым кожухом.

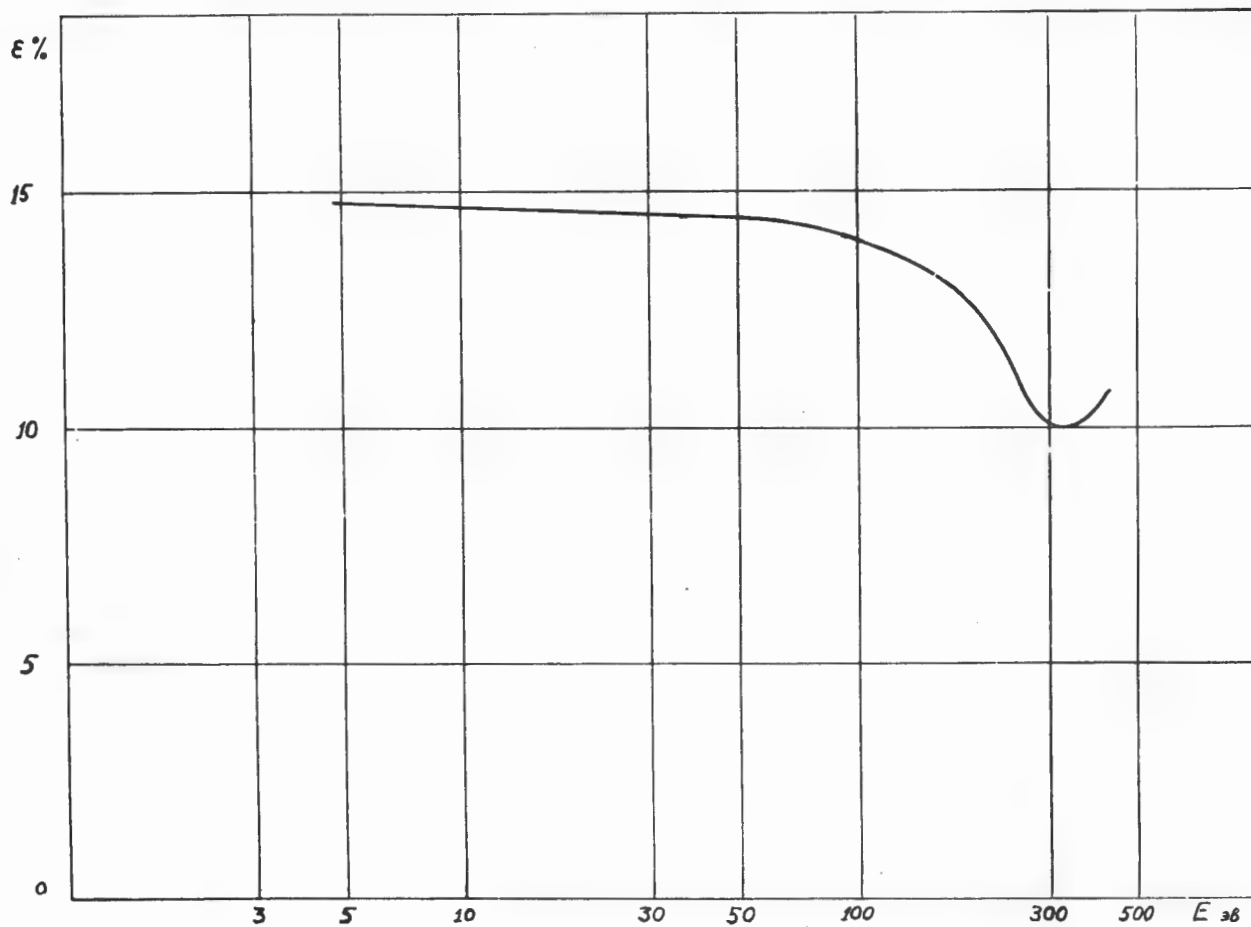
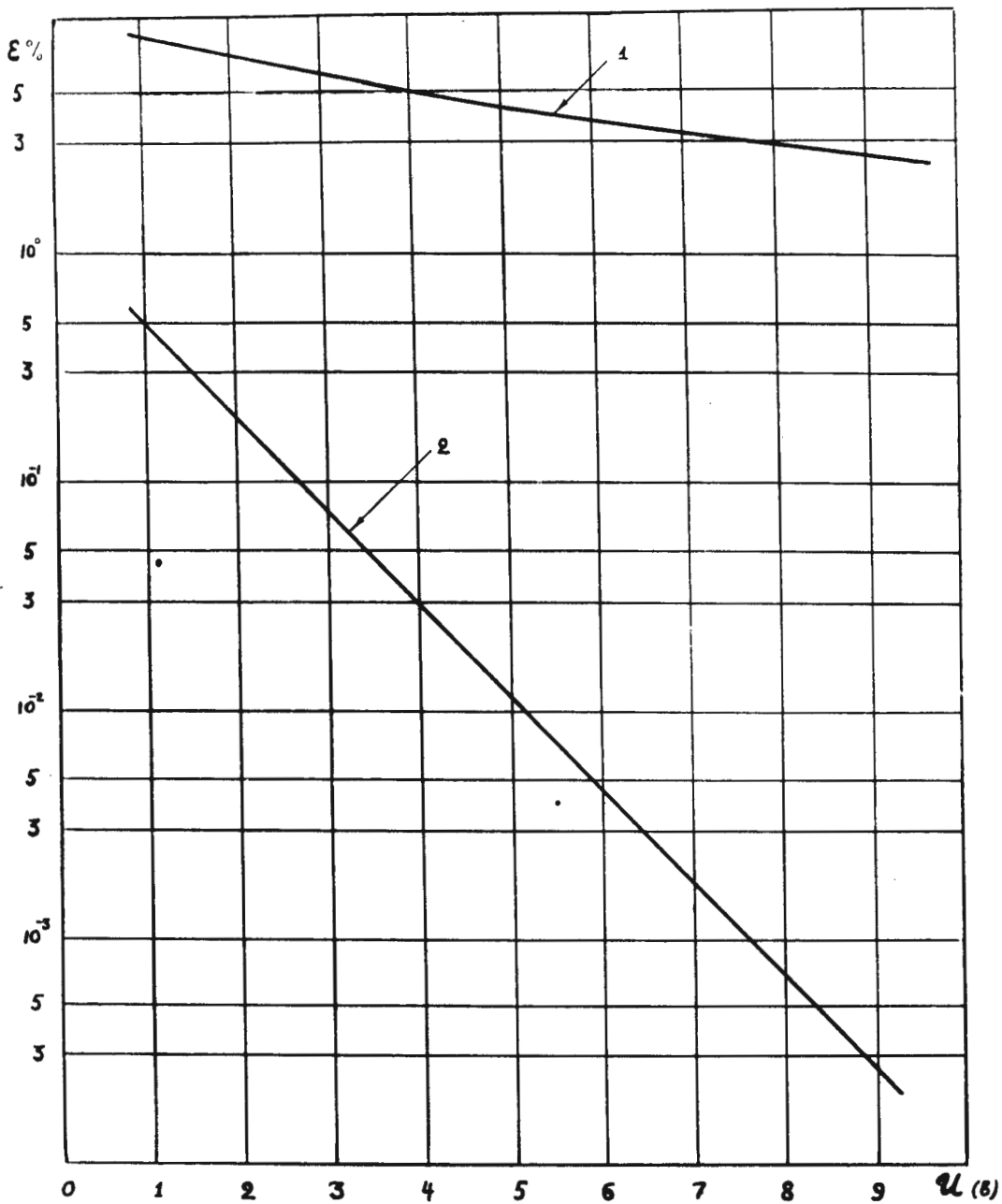


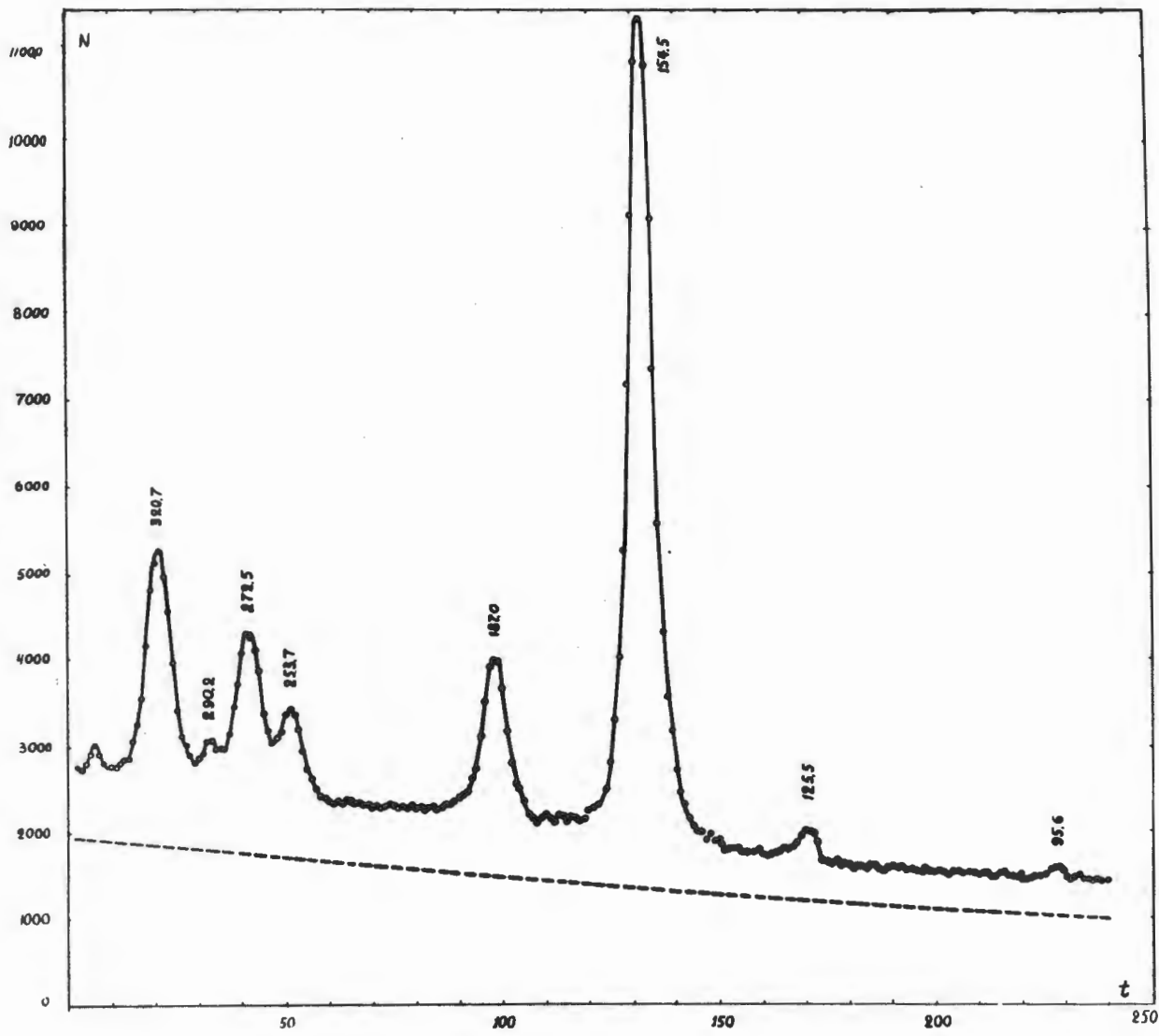
Рис. 3. Зависимость эффективности детектора от энергии нейтронов.



Р и с. 4.

Зависимость эффективностей от порога дискриминации:  
 1- для нейтронов  $Po + Be$  источника; 2- для  $\gamma$ -квантов  $Co-60$ .





Р и с. 5.

Участок экспериментальной кривой рассеяния на радии - 103 .  
 Цифры над резонансами обозначают энергию резонансов в электрон-  
 вольтах.