

С 344.1М

В-191

8/10-67

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 3566



ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Э.В. Васильева, Э.З. Рындина

КОАКСИАЛЬНЫЙ Ge (Li) ДЕТЕКТОР
БОЛЬШОГО ОБЪЕМА

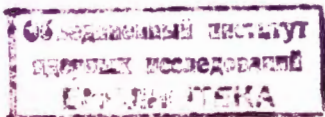
1967.

13 - 3566

5466/1 пр.

Э.В. Васильева, Э.З. Рындина

КОАКСИАЛЬНЫЙ Ge (Li) ДЕТЕКТОР
БОЛЬШОГО ОБЪЕМА



Как известно, германиевые $p-i-n$ детекторы позволяют получить высокое энергетическое разрешение, в 10–20 раз превосходящее разрешение сцинтилляционных счётчиков. Однако до последнего времени германиевые γ -детекторы намного уступали по эффективности существующим счётчикам NaJ . Для повышения эффективности необходимо увеличить чувствительный объем γ -детектора, сохраняя при этом хорошую разрешающую способность. Это сложная технологическая задача, решение которой стало возможным после появления методики изготовления коаксиальных детекторов.

В настоящее время в Лаборатории нейтронной физики изготовлен коаксиальный детектор с чувствительным объемом 30 кубических сантиметров. В качестве исходного материала использовался германий p -типа, легированный индием, вертикально выращенный в ориентации 1.1.1, с удельным сопротивлением 18+28,5 ом·см, диаметром 28–29 мм, с плотностью дислокаций 2700–1500 см⁻² и временем жизни неосновных носителей 360 микросекунд.

Изготовление детектора

При изготовлении детектора в основном использовалась методика, предложенная в работах ^{1,2/}.

Образец германия шлифовался со всех сторон, травился в травителе $HNO : HF$, (3:1). Литий напылялся со всех сторон, кроме одной, которая была³ защищена аквадагом. Напыление велось в вакууме с 4-х спиралей на подогретый до 400°C образец. Диффузия продолжалась 4 + 5 минут. Образец остывал в вакууме до температуры 200°C, а затем на воздухе. Избыток лития снимался метиловым спиртом. Аквадаг, защищающий переход, смывался плавиковой кислотой.

Глубина диффузии контролировалась электролитическим осаждением меди и составляла примерно 0,5 мм. Переход травился в том же травителе до получения хорошей вольтамперной характеристики (ток насыщения около десяти миллиампер). Для дрейфа образец помещался во фреон 113 (C_2F_5Cl), кипящий при температуре $47,5^{\circ}C$, и напряжение на образце поднималось очень медленно, чтобы избежать теплового пробоя. Дрейф продолжался около 22 суток при напряжении, менявшемся в течение дрейфа от 200 до 100 в при токах от 0,1 а в начале дрейфа до 0,365 а в конце. Глубина дрейфа по осажденной меди составила 8 мм.

Выравнивание проводилось прямо во фреоне, охлаждаемом льдом, около 6 часов и затем еще двое суток в холодильнике при температуре $-10^{\circ}C$ и напряжении 200–250 в (ток несколько миллиампер). Перед постановкой в камеру образец травился целиком 5 минут, затем только переход травился в травителе $HNO_3 : HF$ (5 : 1) 15 минут. Затем детектор монтировался в камере и откачивался до давления 10^{-5} мм рт.ст. После охлаждения до азотной температуры обратные токи составляли 10^{-10} а до 500 в, 10^{-9} а до 700 в и 10^{-8} а до 1000 в. После дополнительного травления было проведено выравнивание при температуре $-15^{\circ}C$, напряжении 1400–1600 в и токах 0,4 ма в течение 22 часов. Контроль за выравниванием велся по измерениям зависимости емкости от смещения.

В результате выравнивания обратные токи снизились и составляли 10^{-11} а до 1000 в и 10^{-8} а до 2000 в. Емкость детектора 40 пф. Снимались спектры ^{226}Ra , ^{22}Na и $Fe(\alpha, \gamma)$ при смещении на детекторе 1150 вольт (рис. 1,2,3).

Разрешение составляло

4,9 кэв для	609 кэв
5,8 кэв для	1724 кэв
9,1 кэв для	7643 кэв

без вычета шумов аппаратуры. Шумы аппаратуры составляют 2,4 кэв и наклон – 0,55 кэв/пф.

Были оценены эффективности фотопиков для калиброванных источников при расположении источника на расстоянии 7 см и 11,5 см от детектора ^{1/8/} (рис. 4 кривые 1 и 2 соответственно). Оценка эффективности и сравнение ее с данными ^{1/3,4,5/} показали, что действительно чувствительный объем детектора составляет не менее 30 см ³.

Авторы выражают благодарность Ю.С.Язвицкому за интерес и помощь в работе, Я.Я.Урбанцу и его группе за помощь при проведении измерений и А.В.Дмитрову за повседневную помощь в работе.

Л и т е р а т у р а

1. H.L.Malm, I.L.Fowler. *Canad.Journ.*, 43, N7, 1173 (1965).
2. H.M.Mann, F.J.Janarek, H.W.Helenberg. *IEEE Trans. NS-13*, N3, 336 (1966).
3. P.P.Webb, R.M.Green, I.L.Fowler, H.L.Malm. *IEEE Trans. NS-13*, N3 (1966).
4. A.H.F. Muggleton. *AWRE-Report N_o NR 3/66*
5. A.J.Tavendale. "Lithium - Drifted Ge Detectors" International Atomic Energy Agency Vienna, 1966.
6. Э.В.Васильева, В.Н.Покровский, Э.З.Рындина. Доклад на международном рабочем совещании по полупроводниковым детекторам. Дубна, июнь 1967 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 октября 1967 года.

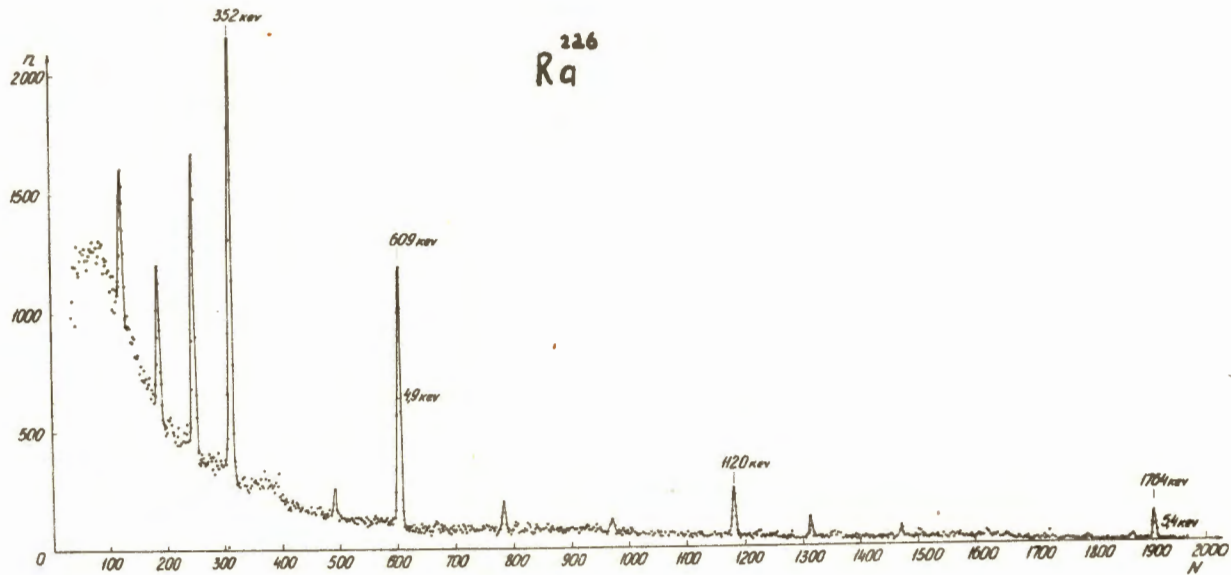


Рис. 1. Спектр ^{226}Ra , полученный с помощью 30 см $^3\text{Ge}(\text{Li})$ детектора при смещении 1150 в. N - номер канала, n - число импульсов.

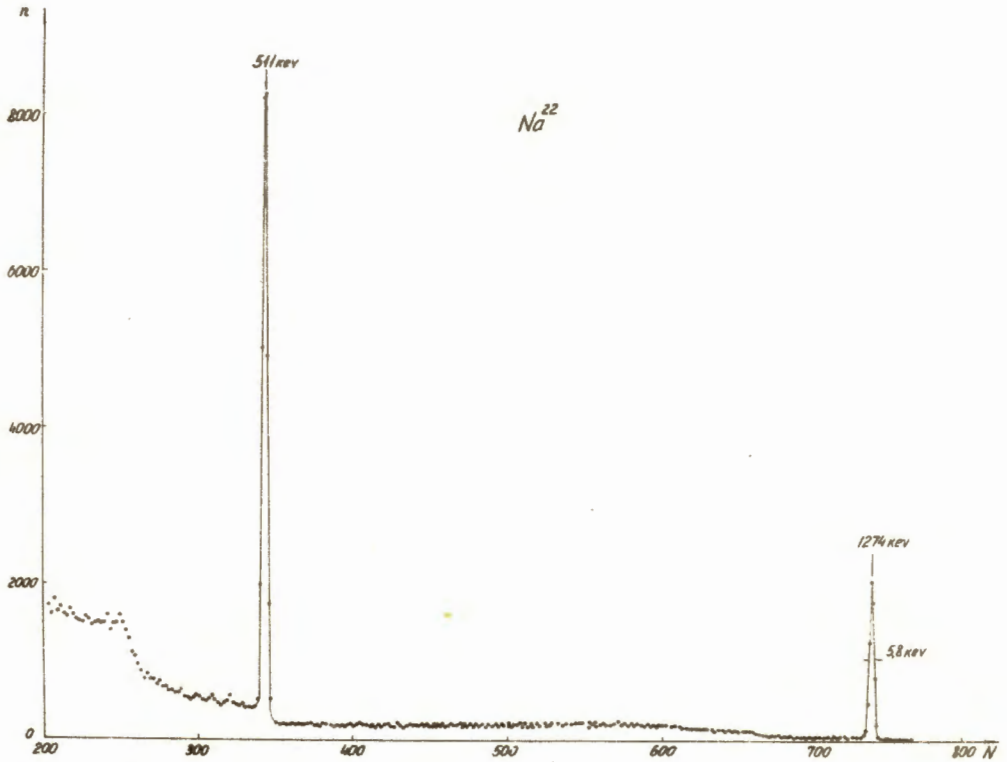


Рис. 2. Спектр ^{22}Na , полученный с помощью $30\text{ см}^3\text{ Ge(Li)}$ детектора при смещении 1150 в N - номер канала, n - число импульсов.

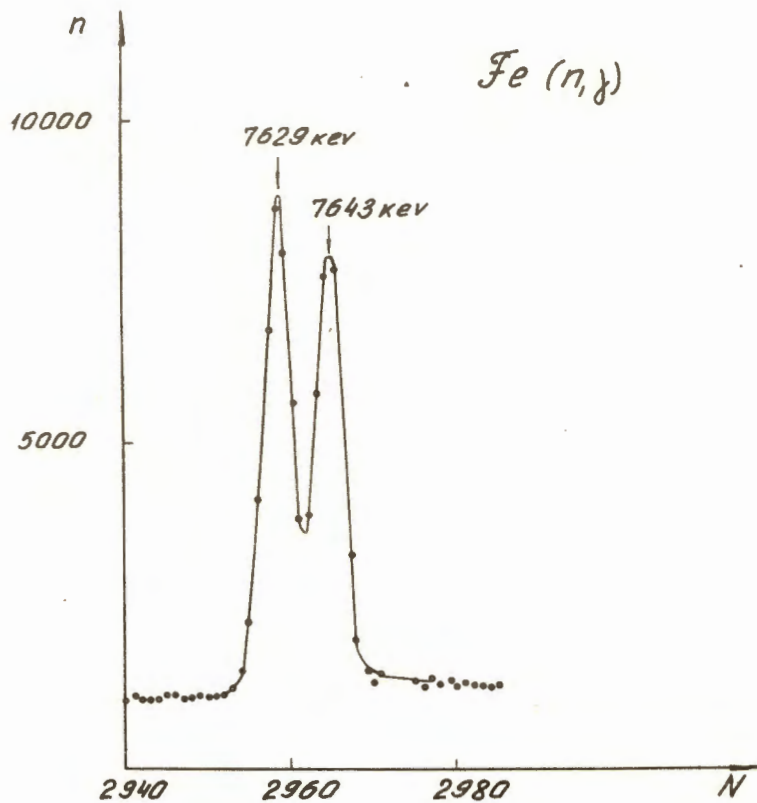


Рис. 3. Дублет в γ -спектре, полученном с помощью $30 \text{ см}^3 \text{ Ge(Li)}$ детектора при облучении Fe тепловыми нейтронами. Смещение на детекторе 1150 в. N - номер канала, n - число импульсов.

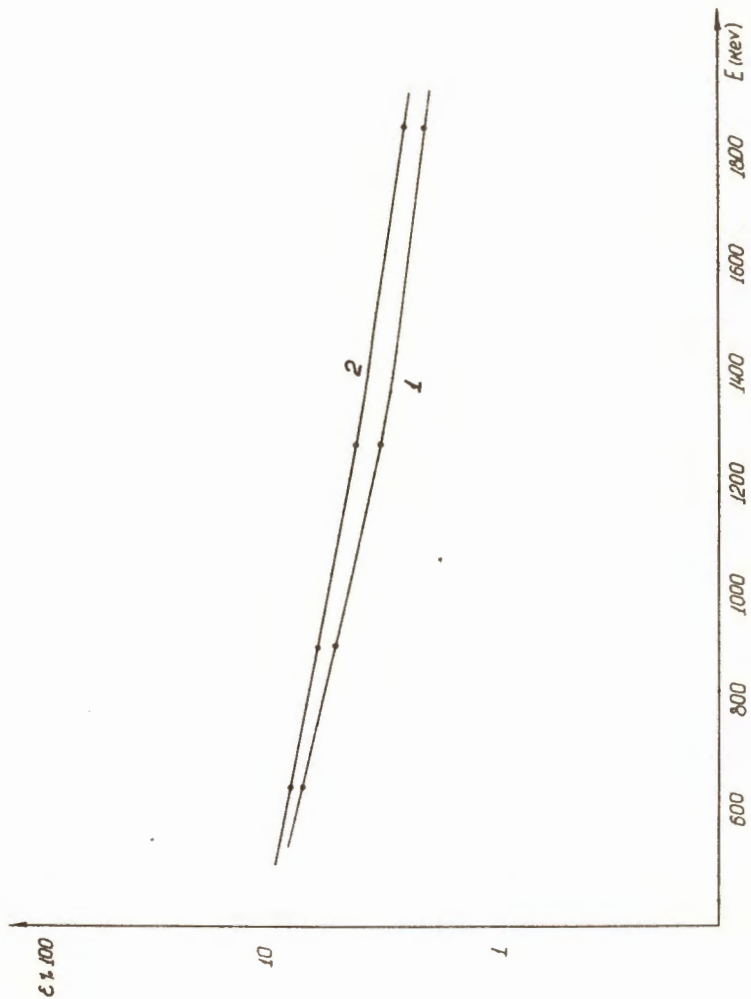


Рис. 4. Зависимость эффективности пика полного поглощения от энергии.