



# ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

---

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

1062

ЖИДКОСТНЫЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ  
( $n, \gamma$ ) ДЕТЕКТОР

*ЛТЭ, 1963, №2, с 48-50.*

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

1062

ЖИДКОСТНЫЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ  
( $n, \gamma$ ) ДЕТЕКТОР

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Дубна 1962 год

Описывается жидкостный сцинтилляционный детектор объемом 400 л, предназначенный для исследования сечений реакции  $(n, \gamma)$  в экспериментах по времени пролета. Детектор работает в схеме двойных совпадений, имеет низкий фон и эффективность около 30%.

Жидкостные сцинтилляционные детекторы большого объема подробно описаны в литературе<sup>/1/</sup>. Эффективность регистрации захвата нейтронов в образце у таких детекторов может достигать 100%. Однако эти детекторы имеют значительный естественный фон и фон, связанный с источником нейтронов, что затрудняет их применение для исследования реакции радиационного захвата медленных нейтронов.

В данной работе существенное улучшение характеристик большого жидкостного сцинтилляционного детектора достигнуто введением схемы двойных совпадений и добавлением в состав сцинтиллятора метилбората. Это резко снизило фон и облегчило исследование слабых уровней, возникающих при радиационном захвате нейтронов.

Детектор состоит из двух одинаковых цилиндрических баков диаметром 800 мм и длиной 400 мм каждый с внутренним продольным каналом диаметром 220 мм. Баки установлены соосно на подвижной тележке один вплотную к другому. Схематический чертеж одного бака показан на рис. 1. Бак сварен из листового дюрала толщиной 2 мм. Он имеет съемную крышку /4/, на которой крепятся ФЭУ, отверстие для воздуха /2/, выходящего при заливке, сливной кран /8/ и расширительный бачок /3/ с воздушными клапанами, компенсирующий тепловые изменения объема сцинтиллятора. Герметичность всех соединений обеспечивается применением прокладок /7/ из резины марки ФКС-1, стойкой к органическим растворителям. Изнутри бак окрашен белой краской на основе двуокиси титана, смешанной с цапонлаком. На съемной крышке бака крепятся 4 дюралевых кожуха /5/, в которые вклеены на эпоксидной смоле фотоумножители /6/.

В детекторе использованы новые фотоумножители ФЭУ-49<sup>/2/</sup>, разработанные Вильдгрубе Г.С. и др., имеющие большой диаметр фотокатода, равный 150 мм, хорошую стабильность и высокую механическую прочность. Последнее существенно, поскольку фотоумножители имеют непосредственный контакт со сцинтиллятором.

Сцинтиллятор представляет из себя раствор пара-терфенила (3г/л) и РОРОР (0,1г/л) в толуоле. Для уменьшения времени жизни нейтронов в детекторе и фона от захвата нейтронов протонами сцинтиллятора в последний добавлен метилборат  $B(OCH_3)_3$ , в количестве 1 л на 20 л сцинтиллятора. Между баками поставлен свинцовый экран толщиной 2 см, служащий для устранения совпадений за счет комптоновского рассеяния из одного бака в другой. Исследуемый образец устанавливался между баками на оси цилиндрического отверстия. При этом телесный угол, охватываемый детектором, составлял  $0,96 \cdot 4\pi$  стерадиан.

Блок-схема электронной аппаратуры показана на рис. 2. Импульсы с фотоумножителей каждого бака через катодные повторители поступают на свои сумматоры, каждый на 4 входа. Выходные суммарные импульсы усиливаются линейными неперегружающимися усилителями с временем нарастания 0,15 мксек. Усиленные импульсы пропускаются через дискримина-

торы с широким окном и регулируемым нижним порогом и поступают далее на схему совпадений с разрешающим временем 0,3 мксек. Кроме того, предусмотрена возможность работы детектора в режиме суммирования импульсов от обоих баков с последующим усилением и дискриминацией суммарного импульса.

Вся использованная электронная аппаратура изготовлена в Лаборатории нейтронной физики в виде стандартных блоков, устанавливаемых в одной стойке с общим питанием<sup>/3/</sup>.

Для временного анализа импульсов используется 1024-канальный временной анализатор<sup>/4/</sup>, на который по длинному (500 м) кабелю РК-2 поступают импульсы совпадений.

Весьма важной характеристикой детектора, предназначенного для регистрации актов захвата нейтронов ядрами исследуемого элемента, является фон детектора. Наличие фона, как естественного, так и связанного с источником нейтронов, ухудшает точность измерений и делает весьма затруднительным обнаружение слабых резонансов. Описываемый детектор, включенный на суммирование импульсов от обоих баков, при пороге 0,5 Мэв и наличии амплитудного окна шириной 5 Мэв имел естественный фон около 4500 имп/сек.

Для уменьшения фона была введена схема совпадений для импульсов, просуммированных от каждого бака в отдельности. В режиме совпадений естественный фон детектора составил около 15 имп/сек при том же пороге. Порог 0,5 Мэв устанавливался для дискриминации импульсов от гамма-лучей с энергией 0,48 Мэв, возникающих при захвате нейтронов ядрами бора, входящего в состав сцинтиллятора. Введение схемы совпадений уменьшало также фон от гамма-квантов, возникающих при захвате нейтронов протонами сцинтиллятора.

Оценка эффективности детектора проводилась с источником  $Co - 60$  известной активности. Было получено, что вероятность регистрации двухквантового распада  $Co - 60$  (энергия квантов 1,17 и 1,33 Мэв) детектором, работающим в режиме суммирования от обоих баков, при пороге 0,5 Мэв составляла 90%. Для детектора, работающего по схеме совпадений, вероятность регистрации распада  $Co - 60$  составила 15% при том же пороге. Эффективность регистрации радиационного захвата нейтрона будет больше указанной, поскольку при захвате нейтрона испускается несколько  $\gamma$ -квантов с общей энергией (5-8) Мэв. Эта эффективность, вообще говоря, будет зависеть от характеристик  $\gamma$ -переходов составного ядра.

С описанным детектором были произведены измерения эффективного сечения радиационного захвата нейтронов ядрами родия. Измерения проводились на импульсном реакторе Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ<sup>/5/</sup> при пролетном расстоянии 750 метров.

На рис. 3 приведен участок экспериментальной кривой, полученной при следующих условиях: диаметр образца 17 см, толщина 1 мм ( $7 \cdot 10^{21}$  ядер/см<sup>2</sup>), время измерения - 4 часа. По оси ординат отложено число счетов на 16 мксек канал временного анализатора, по оси абсцисс - номер канала. Как видно из рисунка, фон составлял менее 2% от счета в максимуме наиболее сильного резонанса.

Результаты обработки полученных данных для родия показали, что эффективность регистрации детектором акта радиационного захвата нейтронов равна 30%.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Ф.Л.Шапиро за ценные замечания, В.И. Лушикову, участвовавшему в начальной стадии разработки детектора и Г.П. Жукову за разработку электронных блоков, вошедших в схему детектора.

### Л и т е р а т у р а

1. J.H.Gibbons. R.L.Macklin. P.D.Miller, J.H.Neiler, Phys. Rev, 122, 182, (1961).
2. Г.С. Вильдгрубе, Н.К. Долиненко, А.И. Разумовская. ПТЭ, № 4, 74 (1961).
3. Г.П. Жуков, Г.И. Забиякин, Ким Ю Сен, В.И. Чивкин. Препринт ОИЯИ № 602, 1960.
4. Л.А. Маталин, А.М. Шиманский, С.И. Чубаров, И.В. Штраних. ПТЭ, № 3, 54 (1960).
5. Г.Е. Блохин, Д.И. Блохинцев и др. Атомная энергия, 10, вып. 5, 437 (1961).

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 августа 1962 года.

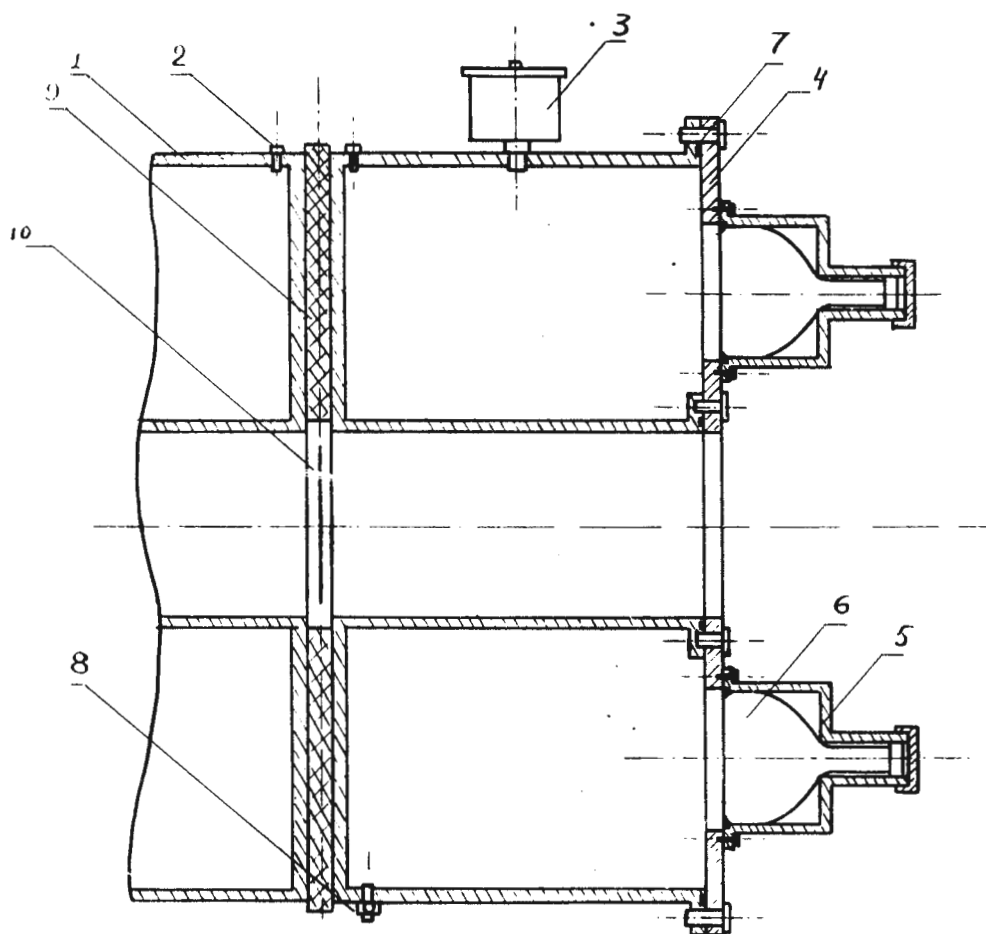


Рис. 1. Продольное сечение детектора.

- 1 - дюралевый бак; 2 - отверстие для воздуха;
- 3 - расширительный бачок; 4 - съемная крышка;
- 5 - кожух фотоумножителя; 6 - фотоумножитель;
- 7 - резиновая прокладка; 8 - сливной кран;
- 9 - свинцовый экран; 10 - исследуемый образец.

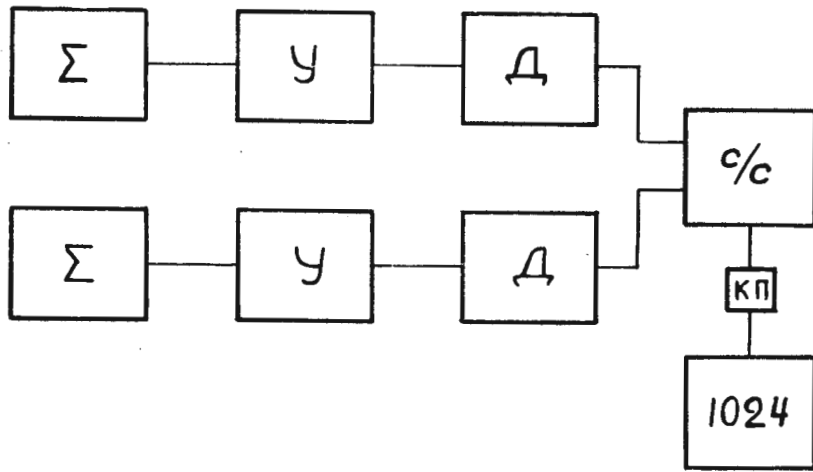


Рис. 2. Блок-схема электронной аппаратуры.

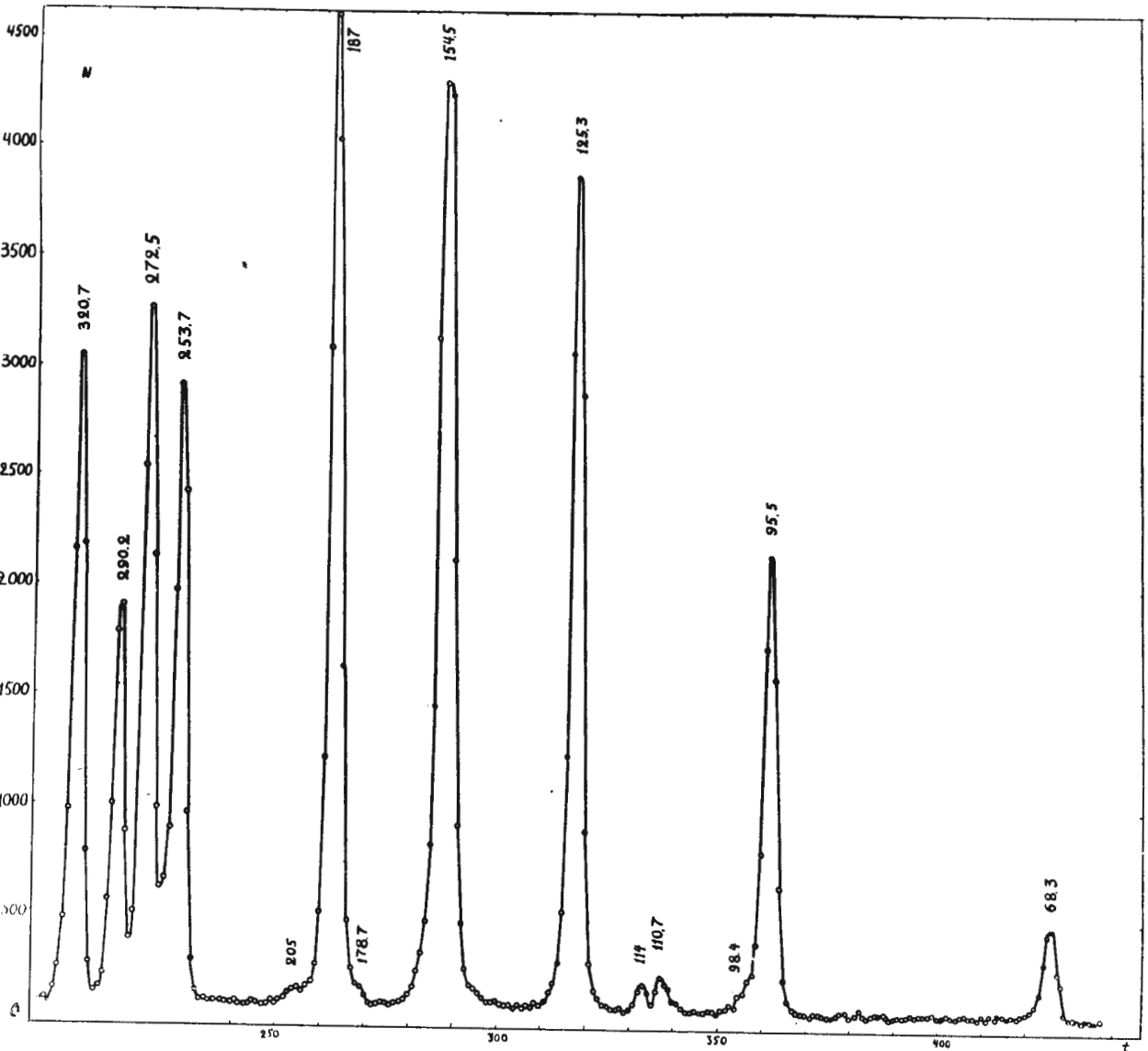


Рис. 3. Участок экспериментальной кривой радиационного захвата на родии - 103.  
Цифры над резонансами обозначают энергию резонансов в электронвольтах.