

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



РЗ - 8800

В.А.Втюрин, К.Недведюк, Ю.П.Попов, В.И.Салацкий

*А.И.*

НЕЗАВИСИМОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  $\alpha$ -ШИРИНЫ

РЕЗОНАНСА 3,42 эВ

В РЕАКЦИИ  $^{147}\text{Sm} (n, \alpha) ^{144}\text{Nd}$

**1975**

## Ранг публикаций Объединенного института ядерных исследований

Препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований /ОИЯИ/ являются самостоятельными публикациями. Они издаются в соответствии со ст. 4 Устава ОИЯИ. Отличие препринтов от сообщений заключается в том, что текст препринта будет впоследствии воспроизведен в каком-либо научном журнале или аперiodическом сборнике.

## Индексация

Препринты, сообщения и депонированные публикации ОИЯИ имеют единую нарастающую порядковую нумерацию, составляющую последние 4 цифры индекса.

Первый знак индекса - буквенный - может быть представлен в 3 вариантах:

“Р” - издание на русском языке;

“Е” - издание на английском языке;

“Д” - работа публикуется на русском и английском языках.

Препринты и сообщения, которые рассылаются только в страны-участницы ОИЯИ, буквенных индексов не имеют.

Цифра, следующая за буквенным обозначением, определяет тематическую категорию данной публикации. Перечень тематических категорий изданий ОИЯИ периодически рассылается их получателям.

Индексы, описанные выше, проставляются в правом верхнем углу на обложке и титульном листе каждого издания.

## Ссылки

В библиографических ссылках на препринты и сообщения ОИЯИ мы рекомендуем указывать: инициалы и фамилию автора, далее - сокращенное наименование института-издателя, индекс, место и год издания.

Пример библиографической ссылки:

*И.И.Иванов. ОИЯИ, Р2-4985, Дубна, 1971.*

РЗ - 8800

В.А.Втюрин, К.Недведюк, Ю.П.Попов, В.И.Салацкий

НЕЗАВИСИМОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  $\alpha$  -ШИРИНЫ

РЕЗОНАНСА 3,42 эВ

В РЕАКЦИИ  $^{147}\text{Sm} (n, \alpha) ^{144}\text{Nd}$

## Введение

Исследования реакции  $(n, \alpha)$  на резонансных нейтронах в области средних и тяжелых ядер начались около 10 лет назад<sup>1/</sup>, и с тех пор измерены  $\alpha$ -ширины для многих изотопов в широком диапазоне атомных весов от  $^{64}\text{Zn}$  до  $^{177}\text{Hf}$ . Однако все эти измерения носят относительный характер и нормируются на сечение реакции  $(n, \alpha)$  для тепловых нейтронов  $(\sigma_{\alpha})_{\text{тепл.}}$  главным образом изотопа самария-149. Поскольку при измерениях с другими элементами не всегда удобно производить нормировку в тепловой точке /в измерениях по времени пролета она может оказаться в области рециклических нейтронов, наличие в пучке калибровочного изотопа с относительно большим сечением приводит к увеличению фона и т.д./, в качестве вторичного "эталоны" /опорного резонанса/ был использован резонанс 3,42 эВ на самарии-147. Альфа-ширина  $(\Gamma_{\alpha})$  этого резонанса определялась в измерениях с естественной смесью изотопов самария при нормировке на тепловое сечение реакции  $^{149}\text{Sm}(n, \alpha)$ , равное  $48 \pm 10$  мбарн, рекомендованное в обзоре<sup>2/</sup>. В экспериментах одновременно регистрировались выходы  $\alpha$ -частиц и  $\gamma$ -лучей в резонансе 3,42 эВ и в тепловой области. Тогда согласно работе<sup>3/</sup>:

$$\left(\frac{\Gamma_{\alpha}}{\Gamma_{\gamma}}\right)_{\text{рез.}} = \left(\frac{N_{\alpha}}{N_{\gamma}}\right)_{\text{рез.}} \cdot \left(\frac{\sigma_{\alpha}}{\sigma_{\gamma}} \cdot \frac{N_{\gamma}}{N_{\alpha}}\right)_{\text{тепл.}}, \quad /1/$$

где  $N_{\alpha}$  и  $N_{\gamma}$  - соответственно числа зарегистрированных  $\alpha$ -частиц и  $\gamma$ -квантов. Для регистрации  $\gamma$ -квантов

использовались либо детектор типа Моксона-Рея <sup>14/</sup>, нечувствительный к возможным изменениям спектра  $\gamma$ -лучей от резонанса к резонансу, либо детектор, состоящий из двух больших объемов жидких сцинтилляторов, работавших на совпадения <sup>15/</sup>.

Таким образом, для резонанса 3,42 эВ при использовании первого  $\gamma$ -детектора было получено  $\Gamma_a = 2,5 \pm 0,6$  мкэВ <sup>13/</sup>, а при использовании второго -  $\Gamma_a = 1,9 \pm 0,6$  мкэВ <sup>11/</sup>. Причем в обоих расчетах величину  $\sigma_\gamma$  брали равной  $41 \cdot 10^3$  барн, а величину  $\Gamma_\gamma$  - равной 61 мэВ <sup>16/</sup>.

В дальнейшем уточнения этой опорной  $\alpha$ -ширины /тем же методом/ не делалось отчасти из-за неточности  $(\sigma_\alpha)_{\text{тепл.}}$ , которое в первых работах было фактически средним значением из величин сечений от нейтронов максвелловского спектра в тепловых колоннах реакторов. Подробный анализ ситуации с  $(\sigma_\alpha)_{\text{тепл.}}$  проведен Окамото <sup>17/</sup>, который дал значение  $\sigma_\alpha / 0,0253$  эВ = 28,5 мбарн, что примерно в 1,6 раза меньше как значения, рекомендованного ранее в обзоре <sup>2/</sup>, так и ряда величин, полученных позже на максвелловском спектре нейтронов /см. таблицу в работе <sup>18/</sup>/. Неопределенность в величине  $(\sigma_\alpha)_{\text{тепл.}}$  и неоднозначность результатов по определению  $\Gamma_a$ , полученных с разными детекторами  $\gamma$ -лучей, вызвали необходимость получения значения  $\Gamma_a$  для опорного резонанса 3,42 эВ независимым методом.

### Методика измерений

Идея нового метода определения величины  $\Gamma_a$  для резонанса 3,42 эВ состояла в одновременном измерении выхода  $\alpha$ -частиц из реакции  $^{147}\text{Sm}(n, \alpha)$  и тритонов из реакции  $^6\text{Li}(n, t)$  при энергии нейтронов в районе резонанса 3,42 эВ. Сечение последней реакции в этом районе известно с точностью 1% <sup>19/</sup>. Тогда для нахождения  $\alpha$ -ширины можно воспользоваться следующим выражением:

$$\Gamma_a = 2,76 \cdot 10^{-6} \frac{\Gamma}{\Gamma_n} \cdot \frac{n_{\text{Li}}}{n_{\text{Sm}}} \cdot \frac{N_\alpha}{N_t} \quad /2/$$

При вычислении числового коэффициента формулы /2/ использовались следующие величины: сечение реакции  ${}^6\text{Li}(n, t)$  для интервала энергий нейтронов 3,0 - 4,1 эВ, равное  $1,50 \cdot 10^{-22} \cdot E^{-0,5}$  (эВ) из работы <sup>9/</sup>; форма спектра нейтронов, бомбардирующих мишени  $\Pi(E) = \Pi_0 \cdot E_n^{-0,88}$  /эВ/, определена нами по выходу тритонов из реакции  ${}^6\text{Li}(n, t)$ , что хорошо совпадает с приведенной в работе <sup>10/</sup>; коэффициент пропускания маски, стоящей на литиевой мишени, равный 1/58 ( $\pm 3\%$ ); поправка, учитывающая различие нейтронных потоков, бомбардирующих литиевую и самариевую мишени, из-за потерь нейтронов в алюминиевой маске и алюминиевых подложках, равная  $4 \pm 1\%$ , причем полное сечение для алюминия в районе 3,42 эВ взято из работы <sup>11/</sup>. Оценка точности числового коэффициента показывает, что средняя квадратичная ошибка его расчета составляет  $\pm 6\%$ .

Если взять значения полной ширины ( $\Gamma$ ) и нейтронной ширины ( $\Gamma_n$ ) для резонанса 3,42 эВ из атласа <sup>12/</sup>, то

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_n} = \frac{66 \pm 3 \text{ мэВ}}{1,31 \pm 0,04 \text{ мэВ}} = 50,4 (+5\%).$$

Однако не исключено, что ошибка, приведенная в атласе <sup>12/</sup>, для величины  $\Gamma_n$  занижена, так как в предыдущем выпуске атласа <sup>6/</sup> величина  $\Gamma_n$   $0,94 \pm 0,06$  мэВ, а величины  $\Gamma_n$ , полученные в новых работах, ссылки на которые даны в новом выпуске атласа <sup>12/</sup>, следующие:  $1,0 \pm 0,1$  мэВ <sup>13/</sup>,  $1,8$  мэВ <sup>14/</sup> и  $1,33 \pm 0,03$  мэВ <sup>15/</sup>. Видно, что величина  $\Gamma_n$ , приведенная в новом выпуске атласа, и ее ошибка даются практически по результатам только одной работы <sup>15/</sup>.

Непосредственно в наших экспериментах измерялся в интервале энергий нейтронов 3,0 - 4,1 эВ выход  $\alpha$ -частиц ( $N_\alpha$ ) с энергией от 7,5 до 10,5 МэВ из реакции  ${}^{147}\text{Sm}(n, \alpha)$  и выход тритонов ( $N_t$ ) из реакции  ${}^6\text{Li}(n, t)$ . Для повышения надежности измерения были проведены на двух литиевых мишенях с различным числом атомов лития-6 на квадратный сантиметр площади мишени ( $n_{Li}$ ) и на двух самариевых мишенях также с различным числом атомов самария-147 на единицу площади мишени ( $n_{Sm}$ ).

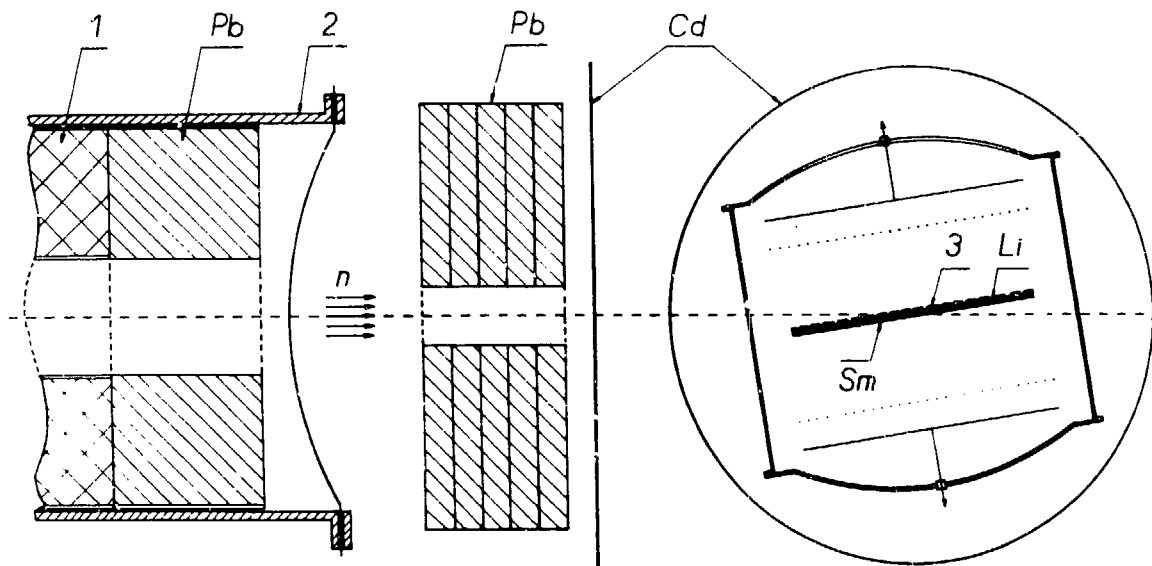


Рис. 1. Схема установки ионизационной камеры на пучке нейтронов: 1 - парафин с бором; 2 - нейтронвод, 3 - маска на литиевой мишени.

Измерения выполнялись на импульсном реакторе ИБР-30, работавшем совместно с линейным ускорителем электронов. Анализ нейтронов по энергии осуществлялся по методу времени пролета с разрешением  $0,3 \text{ мкс/м}$ . Две мишени - литиевая и самариевая, имеющие одинаковую площадь и нанесенные с одной стороны на алюминиевые подложки, складывались подложками внутрь и устанавливались в двухсекционную ионизационную камеру с сеткой /рис. 1/. Ионизационная камера окружалась кадмием для защиты от нейтронов, термализовавшихся в помещении, и для всех измерений, кроме первого, кадмий ставился также на пути нейтронного пучка перед камерой для устранения рециклических нейтронов, имеющих энергию меньше  $0,03 \text{ эВ}$ .

Спектры заряженных частиц, вылетающих из мишеней, определялись по методике, слегка измененной по сравнению с описанной в работе <sup>16</sup>. В спектрометрический тракт электроники введена специальная компенсация амплитудной перегрузки во время импульса мощности реактора, это заметно улучшило выделение различных групп заряженных частиц, вылетающих из литиевой мишени.

Литиевые мишени изготавливались методом напыления в вакууме. Фторид лития ( $\text{LiF}$ ) с помощью молибденовых лодочек-нагревателей напылялся на алюминиевые подложки. Режим напыления был таким, что не происходило заметного распыления молибдена. Перед напылением нагреватель и подложка обезгаживались при прогреве нагревателя, не загруженного фторидом лития. Толщина мишеней из  $\text{LiF}$  определялась по весу. Взвешивание подложек после обезгаживания и нанесения на них гигроскопичного фторида лития производилось на аналитических весах непосредственно после вскрытия вакуумной камеры. Для приготовления мишеней использовался литий различного изотопного состава. Изотопный состав лития в образце с содержанием лития-6 в количестве  $3,65 \pm \pm 0,1\%$  был определен с помощью масс-спектрометрического анализа, при этом содержание лития-6 в другом образце, имеющем паспортное значение  $90,5\%$ , было получено равным  $91 \pm 0,5\%$ . Параметры литиевых мишеней приведены в табл. 1.



Таблица I

Мишени		Содержание лития-6 в литии, %	Вес фторида лития, мг	$\frac{n_{Li}, \text{ атомов}}{\text{см}^2}$ (лития-6)	Содержание самария-147 в самарии, %	$\frac{n_{Sm} \text{ атомов}}{\text{см}^2}$ (самария-147)	15 пб.
номер	состав						
L1	LiF	$3,65 \pm 0,1$	$99 \pm 0,5$	$1,35 \cdot 10^{17}$ ( $\pm 5\%$ )	-	-	0,0002
L2	LiF	$90,5 \pm 0,5$	$14,2 \pm 0,3$	$4,97 \cdot 10^{17}$ ( $\pm 3\%$ )	-	-	0,0006
S1	$Sm_2O_3$	-	-	-	96,4	$1,03 \cdot 10^{18}$ ( $\pm 4\%$ )	0,10
S2	$Sm_2O_3$	-	-	-	$15,0 \pm 0,1$ естественная смесь	$2,23 \cdot 10^{17}$ ( $\pm 5\%$ )	0,02

Самариевые мишени изготовлены по методу, описанному в работе <sup>17</sup>, заключающемуся в многосратном нанесении при помощи кисточки тонких слоев образца на алюминиевую подложку с выжиганием каждый раз связующих органических веществ. Среднее число атомов самария-147 на квадратном сантиметре площади мишени определялось по естественному  $\alpha$ -распаду атомов самария-147, когда мишени уже были установлены в ионизационную камеру, но еще не облучались нейтронами. Период полураспада самария-147 взят равным  $1,07 \pm 0,02 \cdot 10^{11}$  лет, как среднее из значений  $1,06 \pm 0,02 \cdot 10^{11}$  лет <sup>18</sup> и  $1,08 \pm 0,02 \cdot 10^{11}$  лет <sup>19</sup>. Эффективность регистрации всего измерительного тракта ионизационная камера - амплитудный анализатор проверялась с помощью калиброванных источников  $\alpha$ -частиц, помещаемых в камеру, и генератора импульсов известной частоты. Параметры самариевых мишеней также приведены в табл. 1.

При изготовлении мишеней стремились к тому, чтобы:

- а/ мишени были тонкими /удовлетворялось условие  $\rho_{\alpha} \ll 1$  /;
- б/ загрузки электронной аппаратуры от регистрируемых частиц были малыми /для устранения заметных просчетов/, но достаточными для получения необходимой статистической точности;
- в/ вес мишеней из фторида лития был довольно большим для достаточно точного / $\sim 3\%$ / его определения с помощью взвешивания;
- г/ мишени из окиси самария были достаточно тонкими для вылетающих из них  $\alpha$ -частиц.

Оптимальными условиями, удовлетворяющими всем этим требованиям, оказались измерения с приведенными в табл. 1 мишенями в так называемой "косой геометрии", когда мишени стояли под углом  $3^{\circ}45'$  к пучку бомбардирующих нейтронов /рис. 1/. В такой геометрии толщина мишеней для бомбардирующих нейтронов больше в 15 раз, что существенно важно для повышения выхода  $\alpha$ -частиц из ссамариевой мишени, а толщина мишеней для вылетающих заряженных частиц при этом не меняется.

Как видно из последней колонки *табл. 1*, мишени для бомбардирующих нейтронов остаются достаточно тонкими ( $15n \cdot \sigma_0 \approx 0,10$ ). Для уменьшения просчетов при работе с литиевыми мишенями пришлось использовать маску, уменьшавшую число вылетающих заряженных частиц из мишеней в 58 раз. Маска была вырезана из алюминиевой фольги толщиной 190 мкм, и на ней равномерно по площади специальным пробойником выбито 151 отверстие диаметром  $/3,04 \pm 0,03/$  мм. Рабочий диаметр маски с выбитыми отверстиями был таким же, как у мишеней из лития и самария:  $/282 \pm 1/$  мм.

### Результаты

Выполнено пять серий измерений отношения выхода  $\alpha$ -частиц из самариевой мишени ( $N_{\alpha}$ ) к выходу тритонов из литиевой мишени ( $N_T$ ). В левой части *рис. 2* изображен временной спектр  $\alpha$ -частиц, вылетающих из самариевой мишени с энергией в интервале 7,5-10,5 МэВ; вверху дана шкала энергии бомбардирующих нейтронов. В правой части *рис. 2* изображен энергетический спектр тритонов и  $\alpha$ -частиц, вылетающих из литиевой мишени при энергии нейтронов в интервале 3,0 - 4,1 эВ. Условия экспериментов и результаты измерений приведены в *табл. 2*. В пятой колонке таблицы приведено произведение отношения числа атомов лития-6 к числу атомов самария-147 для различных пар мишеней на отношение выходов  $\alpha$ -частиц и тритонов из тех же мишеней. Это произведение, как видно из формулы /2/, и требуется получить из эксперимента для определения  $\alpha$ -ширины резонанса 3,42 эВ. Взвешенное среднее значение этого произведения равно  $1,27 \cdot 10^{-2}$  с ошибкой  $\pm 6\%$ .

В первом измерении необходимо было учитывать влияние рециклических нейтронов, что приводило к дополнительной ошибке. Заметно больше, чем остальные, отклонение результата первого измерения от среднего значения, возможно, и объясняется неточным учетом влияния рециклических нейтронов.

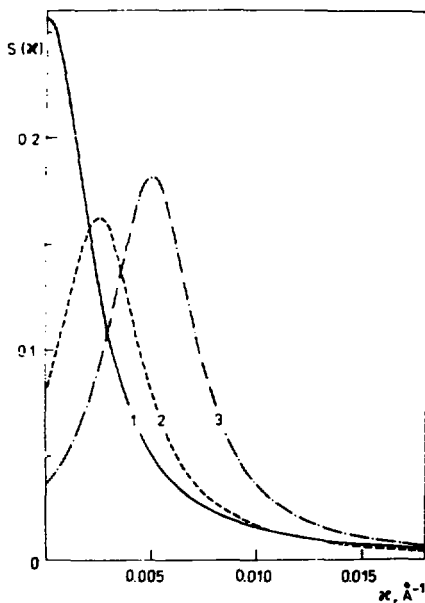


Рис. 4. Три различные функции рассеяния  $S(k)$ , для которых доля рассеянных нейтронов составляет 10%, используемые далее в расчетах.

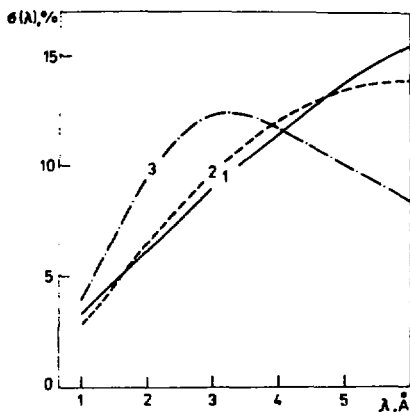


Рис. 5. Спектральные распределения нейтронов для трех функций  $S(k)$ .

( $A_1 = 0; 0,0025; 0,005$ ), и все полуширины  $A_2$  одинаковые ( $A_2 = 0,005 \text{ \AA}^{-1}$ ).

На рис. 5 изображены спектральные зависимости долей рассеянных нейтронов  $\sigma(\lambda) = 1 - \Pi_0(\lambda)$ , которые соответствуют этим трем функциям рассеяния. Функции №1 и 2 мало отличаются друг от друга, в то время как при функции №3 преимущественно рассеиваются нейтроны меньших длин волн.

Описанный выше способ измерения а) проверялся с применением маленькой напряженности поля  $1,5 \cdot 10^{-3}$  Тл и при распределении его в  $y$ -направлении  $4 \cdot 10^{-2}$  м. Из этих данных следует  $B_0 = 6 \cdot 10^{-5}$  Тл·м. Относительно большой градиент поля образовывается с помощью маленькой полуширины  $z_{FH} = 1,6 \cdot 10^{-2}$  м.

На рис. 6 изображены кривые  $D(\lambda)$  для всех трех различных функций рассеяния в области максимального эффекта деполяризации при  $\lambda = 3,4 \text{ \AA}$ . Избранные параметры поля приводят к отношению  $\chi = B_0/z_{FH} = 3,75 \cdot 10^{-3}$  Тл, что по формуле (32) дает максимальную чувствительность при изменениях  $|\Delta k| = 5 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}^{-1}$ . Это значение соответствует и полуширинам функций рассеяния, и относительным сдвигам их амплитуд.

Хотя доля рассеянных нейтронов составляет только 10%, эффект усиления, вызванный системой диафрагм, может образовывать деполяризацию больше 20%. Очевидно, что выраженные в этих трех функциях

Таблица 2

Номер измерения	Набор мишеней	$N_{\alpha}$	$N_t$	$\frac{n_{Li}}{n_{sm}} \cdot \frac{N_{\alpha}}{N_t}$	Примечания
1	L1 и S1	278 ( $\pm 10\%$ )	$11,4 \cdot 10^3$ ( $\pm 15\%$ )	$1,48 \cdot 10^{-2}$ ( $\pm 20\%$ )	без кадмия на пути нейтронного пучка в камеру
2	L1 и S1	379 ( $\pm 10\%$ )	$17,3 \cdot 10^3$ ( $\pm 22\%$ )	$1,33 \cdot 10^{-2}$ ( $\pm 25\%$ )	с кадмием со всех сторон ионизационной камеры
3	L2 и S2	810 ( $\pm 4,5\%$ )	$30,0 \cdot 10^3$ ( $\pm 4,5\%$ )	$1,30 \cdot 10^{-2}$ ( $\pm 8\%$ )	"
4	L2 и S1	153 ( $\pm 8\%$ )	$29,0 \cdot 10^3$ ( $\pm 7\%$ )	$1,18 \cdot 10^{-2}$ ( $\pm 12\%$ )	"
5	L2 и S1	207 ( $\pm 8\%$ )	$36,8 \cdot 10^3$ ( $\pm 4,5\%$ )	$1,25 \cdot 10^{-2}$ ( $\pm 11\%$ )	"
-	-	-	-	$1,27 \cdot 10^{-2}$ ( $\pm 6\%$ )	взвешенное среднее

и  $/1,6 \pm 0,5/$  мкэВ — показывает вполне удовлетворительное согласие. Новое значение  $(\sigma_{\alpha})_{\text{тепл}}$  для самария-149 взято как среднее из значений, приведенных в работах <sup>7,8</sup>.

В заключение авторы выражают благодарность Р.Ф.Руми, принимавшему участие в предварительных экспериментах, А.Аврамовой за приготовление мишеней из окиси самария, А.Лятушинскому и В.И.Райко за изотопный анализ лития в соединениях, из которых изготовлялись литиевые мишени, В.М.Назарову и В.П.Шамчуку за предоставление вакуумной напылительной установки и помощь в приготовлении литиевых мишеней.

## Литература

1. J.Kvitek, Yu.P. Popov. *Phys.Lett.*, 22, 136 (1966).
2. В.Н. Андреев, Ю.П. Попов. Бюллетень информационного центра по ядерным данным. Выпуск 2, стр. 5, Атомиздат, 1965.
3. J.Kvitek, Yu.P. Popov. *Nucl.Phys.*, A154, 177 (1970).
4. М.С. Мохон, Е.Р. Рае. *Nucl.Instr. and Meth.*, 24, 445 (1963).
5. Л.Б. Пикельнер, М.И. Пшитула и др. ПТЭ, 2, 48 /1963/.
6. *Neutron Cross Section. BNL 325, Second Edition, Suppl. 2, vol. 11C, 1966.*
7. К. Okamoto. *Nucl.Phys.*, A141, 193 (1970).
8. A.Emsallem, M.Asghar. *Second International Symposium on Neutron Capture Gamma-Ray Spectroscopy and Related Topics, Preprints p. 369, Petten, Netherlands, 1974.*
9. С.А. Uttley, M.G.Sowerby et al. *3rd Conf. Neutron Cross Section + Tech., Knoxville, 2, 551, 1971.*
10. В.В. Голиков, Ж.А. Козлов и др. *Сообщения ОИЯИ, 3-5736, Дубна, 1971.*
11. *Neutron Cross Section. BNL 325, Second Edition, 1958.*
12. *Neutron Cross Section. BNL 325, Third Edition, vol. 1, 1973.*
13. F.Portmans and H.Ceulemans. *Nucl.Phys.*, A97, 657 (1967).
14. J.W.Codding, Jr., R.L.Tromp and F.B.Simpson. *Nucl.Sci.Eng.*, 43, 58 (1971).
15. H.M.Eiland, S.Weinstein and K.W.Seeman. *3rd Conf. Neutron Cross Section + tech., Knoxville, 2, 673, 1971.*
16. Ю.П. Попов, М.Пшитула и др. ЯФ, 13, 913 /1971/.
17. Й. Томикова. ПТЭ, №6, 202 /1969/.
18. М.С. Gupta and R.D.MacFarlane. *J.Inorg. Nucl.Chem.*, 32, 3425 (1970).
19. K.Valli, J.Aaltonen et al. *Ann.Acad.Sci. Fenn.*, AVI, 177 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел  
17 апреля 1975 года.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория физики твердого тела

# Нет ли пробелов в Вашей библиотеке?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

16-4888	Дозиметрия излучений и физика защиты ускорителей заряженных частиц. Дубна, 1969.	250 стр.	2 р. 64 к.
Д1-5969	Труды Международного симпозиума по физике высоких энергий. Дрезден, 1971.	773 стр.	7 р. 69 к.
Д-6004	Бинарные реакции адронов при высоких энергиях. Дубна, 1971.	768 стр.	7 р. 60 к.
Д10-6142	Труды Международного симпозиума по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер. Дубна, 1971.	564 стр.	6 р. 14 к.
Д13-6210	Труды VI Международного симпозиума по ядерной электронике. Варшава, 1971.	372 стр.	3 р. 67 к.
Д1-6249	Труды IV Международной конференции по физике высоких энергий и структуре ядра. Дубна, 1971.	670 стр.	6 р. 95 к.
Д-6465	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1972.	525 стр.	5 р. 85 к.
Р2-6762	Р.М. Мурадян. Автомодельность в инклюзивных реакциях. Лекция, прочитанная на Школе молодых ученых по физике высоких энергий. Сухуми, 1972.	111 стр.	1 р. 10 к.
Д-6840	Материалы II Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Штрбске Плесо, ЧССР, 1972.	398 стр.	3 р. 96 к.
13 - 7154	Пропорциональные камеры. Дубна, 1973.	173 стр.	2 р. 20 к.
Д2-7161	Нелокальные, нелинейные и ненормируемые теории поля. Алушта, 1973.	280 стр.	2 р. 75 к.



Д1,2-7411	Глубокоупругие множественные процессы. Дубна, 1973.	507 стр.	5 р. 66 к.
Д13-7616	Труды VII Международного симпозиума по ядерной электронике. Будапешт, 1973.	372 стр.	3 р. 65 к.
Р1,2-7642	Труды Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Гомель, 1973.	623 стр.	7 р. 15 к.
Д10 7707	Совещание по программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1973.	564 стр.	5 р. 57 к.
Д1,2-7781	Труды III Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Синая, 1973.	478 стр.	4 р. 78 к.
Д3-7991	Труды II Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1974.	552 стр.	2 р. 50 к.
Д1,2-8405	Труды IV Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Варна, 1974.	376 стр.	2 р. 05 к.
Д10,11-8450	Труды Международной школы по вопросам использования ЭВМ в ядерных исследованиях. Ташкент, 1974.	465 стр.	2 р. 46 к.
Р1,2-8529	Труды Международной школы-семинара молодых ученых. Актуальные проблемы физики элементарных частиц. Сочи, 1974.	582 стр.	2 р. 60 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:

101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79,

издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.

## Условия обмена

Препринты и сообщения ОИЯИ рассылаются бесплатно, на основе взаимного обмена. университетам, институтам, лабораториям, библиотекам, научным группам и отдельным ученым более 50 стран.

Мы ожидаем, что получатели изданий ОИЯИ будут сами проявлять инициативу в бесплатной посылке публикаций в Дубну. В порядке обмена принимаются научные книги, журналы, препринты и иного вида публикации по тематике ОИЯИ.

Единственный вид публикаций, который нам присылать не следует, - это репринты /оттиски статей, уже опубликованных в научных журналах/.

В ряде случаев мы сами обращаемся к получателям наших изданий с просьбой бесплатно прислать нам какие-либо книги или выписать для нашей библиотеки научные журналы, издающиеся в их странах.

## Отдельные запросы

Издательский отдел ежегодно выполняет около 3 000 отдельных запросов на высылку препринтов и сообщений ОИЯИ. В таких запросах следует обязательно указывать индекс запрашиваемого издания.

## Адреса

Письма по всем вопросам обмена публикациями, а также запросы на отдельные издания следует направлять по адресу:

*101000 Москва,  
Главный почтамт, п/я 79.  
Издательский отдел  
Объединенного института  
ядерных исследований.*

Адрес для посылки всех публикаций в порядке обмена, а также для бесплатной подписки на научные журналы:

*101000 Москва,  
Главный почтамт, п/я 79.  
Научно-техническая библиотека  
Объединенного института  
ядерных исследований.*



12

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Заказ 19668. Тираж 490. Уч.-изд. листов 0,85.  
Редактор Н.Н.Зрелова Подписано к печати 23.5.75 г.  
Корректор Т.Е.Жильцова