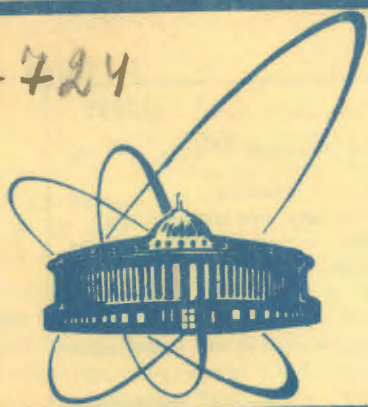


~~123~~

A-724



сообщения  
Объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

1792 / 2-80

21/4-80

P3 - 12999

А. Антонов, А. А. Богдзель, Ю. М. Гледенов,  
С. Маринова, Ю. П. Попов, В. Г. Тишин

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

1980

## ВВЕДЕНИЕ

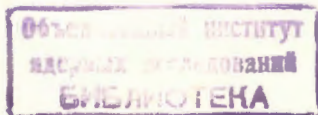
К настоящему времени проведено широкое изучение реакции  $^{147}\text{Sm}(n, \alpha)^{144}\text{Nd}$  на резонансных нейтронах, что позволило получить сведения о полных и парциальных  $\alpha$ -ширинах и их распределениях <sup>1-3/</sup>, а также усредненные сечения при 2 и 30 кэВ <sup>4,5/</sup>. Свойства таких сложных состояний, как нейтронные резонансы, обычно описываются на базе статистической теории, в рамках которой изучаются их нейтронные, радиационные и  $\alpha$ -ширины. На общем фоне статистических закономерностей получены указания на нестатистические отклонения <sup>6/</sup>. В частности, для  $^{147}\text{Sm}$  отмечается аномальность характеристик резонанса с  $E_0 = 185$  эВ и существенное различие в значениях  $\Sigma\Gamma_\alpha$  в интервалах  $E_n < 100$  эВ и  $100 < E_n < 200$  эВ <sup>2/</sup>. С целью выяснения, действительно ли это исключение или просто статистическая флуктуация, проведены измерения на установке "Факел". Вопрос этот не праздный, т.к. связан с закономерностями фрагментации /диссипации/ силы  $\alpha$ -кластерных уровней по компаунд-состояниям.

Специально разработанная методика дает возможность вести измерения с разрешением  $2 \div 4$  нс/м против 16 нс/м в работе <sup>2/</sup> при близких потоках нейтронов.

Хотя ограниченная статистика /ограниченный поток нейтронов и малые количества вещества в измерении/ не позволяла надеяться на существенное увеличение числа исследованных резонансов, поиски резонансов с большими  $\alpha$ -ширинами /и нейтронными/ по аналогии с резонансом 185 эВ представлялись перспективными.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Измерения проводились на пучке нейтронов установки "Факел" ИАЭ им.И.В.Курчатова <sup>7/</sup>. Схема эксперимента приведена на рис. 1. Спектрометрия нейтронов осуществлялась по времени пролета /пролетная база  $L=25$  м, ширина импульса нейтронов на полувысоте  $\sim 100$  нс, частота следования импульсов  $-350$  Гц/. Система коллиматоров обеспечивала формирование нейтронного пучка размерами  $240 \times 240$  мм<sup>2</sup>. Для защиты от прямых  $\gamma$ -лучей, испускаемых нейтронной мишенью, на расстоянии 1,1 м от последней ставилась теньевая защита в виде цилиндров из свинца диаметрами от 50 до 60 мм и общей длиной 600 мм. Для удаления рециклических нейтронов пучок фильтровался борным фильтром из карбида бора толщиной по бору  $540$  мг/см<sup>2</sup>. Измерения фона проводились с марганцевым фильтром толщиной  $500$  мг/см<sup>2</sup>.





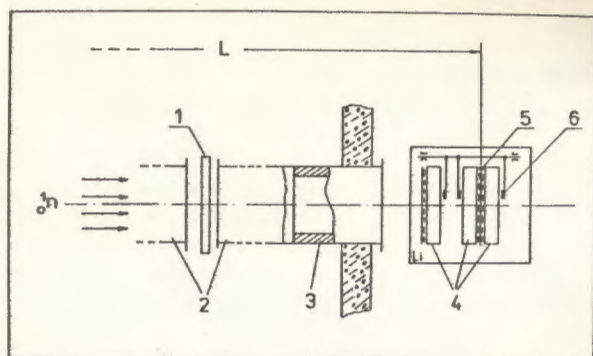


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 - борный фильтр; 2 - нейтронвод, 3 - коллиматор, 4 - сдвоенные пропорциональные камеры, 5 - мишени, 6 - контрольные  $\alpha$ -источники.

Для регистрации  $\alpha$ -частиц использовался специально разработанный нами детектор, вариант которого описан в работе <sup>8/</sup>. Детектор состоит из системы плоских сдвоенных пропорциональных камер, разделенных прозрачной для  $\alpha$ -частиц сеткой, что позволило фиксировать их по совпадениям в полусекциях, если импульсы с камеры удовлетворяют условиям амплитудного отбора. Временное разрешение, обеспечиваемое детектором, составляло  $30 \div 35$  нс /ширина на полувысоте/. Импульсы со схем совпадений камер, в которых помещены мишени из исследуемого  $^{147}\text{Sm}$ , объединялись схемой "ИЛИ" и подавались на вход 4096-канального временного анализатора с шириной канала 50 нс.

Для сохранения высокого энергетического разрешения  $\Delta t/L$  мишени устанавливались строго перпендикулярно пучку нейтронов, были оставлены только две камеры. Перевод эксперимента на линию с ЭВМ даст возможность увеличить число камер /соответственно и мишеней/ с двух до шести-семи.

Третья камера с литиевой мишенью /рис. 1/ применялась для измерения потока нейтронов по выходу  $\alpha$ -частиц и тритонов из реакции  $^6\text{Li}(n, \alpha)\text{T}$ , сечение которой для энергий нейтронов от тепловых до 5 кэВ известно с точностью до 1% <sup>9/</sup>. Самариевые мишени представляют собой слои окиси самария, обогащенного по основному изотопу, нанесенные на алюминиевые подложки  $270 \times 280$  мм<sup>2</sup> и толщиной 1 мм методом осаждения, литиевая - фтористый литий, напыленный на алюминиевую фольгу диаметром 481 мм и толщиной 50 мкм. Более подробные сведения о мишенях и условиях эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1

Ядро-мишень	Обогащение, %	Толщина слоя, мг/см <sup>2</sup>	Площадь, см <sup>2</sup>	Кол-во слоев	Временное разрешение, нс/м	Время измерений, ч
$^{147}\text{Sm}$	95,3	5,00	625	2	4	180
$^6\text{Li}$	90,5	0,023	620	1		

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

#### 1. Полные $\alpha$ -ширины нейтронных резонансов

Получен экспериментальный временной спектр выхода  $\alpha$ -частиц в реакции  $^{147}\text{Sm}(n, \alpha)^{144}\text{Nd}$  с разрешением по энергии нейтронов 4 нс/м от 80 эВ и выше, а ниже 80 эВ - с разрешением 10 нс/м. Анализировался только участок спектра до энергии 3200 эВ, так как при более высокой энергии нейтронов наблюдается некоторое падение эффективности детектора, вызываемое влиянием его перегрузки в момент импульса ускорителя. Область 1-200 эВ изучалась ранее <sup>1,2/</sup>, поэтому на рис. 2 представлен спектр только в диапазоне 160-3200 эВ.

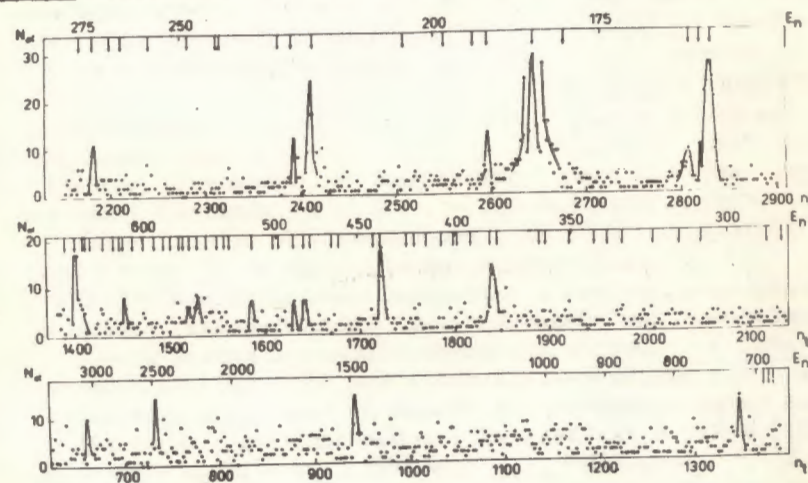


Рис. 2. Временной спектр  $\alpha$ -частиц из реакции  $^{147}\text{Sm}(n, \alpha)^{144}\text{Nd}$ . Энергия нейтронов  $E_n$  в кэВ.



Стрелками отмечены положения всех известных нейтронных резонансов до 700 эВ, где разрешение достаточно для разделения соседних резонансов, согласно атласу BNL-325<sup>/10/</sup>. Далее анализировались только хорошо проявившиеся пики на спектре.

Значения полных  $\alpha$ -ширин  $\Gamma_\alpha$  получены из суммарных отсчетов  $\alpha$ -частиц в резонансах  $N_\alpha$  по формуле:

$$\Gamma_\alpha = \frac{\Phi_k}{\Phi} \frac{A_k}{A} \frac{\Gamma}{\Gamma_k} \frac{N_\alpha}{(N_\alpha)_k} (\Gamma_\alpha)_k, \quad //$$

где  $A$  - площадь резонанса под кривой пропускания;  $\Phi$  - поток нейтронов; индекс "k" означает принадлежность к калибровочному резонансу.

Фон определялся по межрезонансной области. Параметры нейтронных резонансов взяты из атласа<sup>/10/</sup>, относительные значения потока нейтронов получены в результате измерений зависимости потока нейтронов от их энергии в диапазоне 15-3200 эВ, выполненных на камере с литиевой мишенью.

Калибровка проводилась относительно резонанса с  $E_0 = 83,4$  эВ, полная  $\alpha$ -ширина которого  $(\Gamma_\alpha)_k = 2,5 \pm 0,3$  мк эВ<sup>/11/</sup>. Величины  $\Gamma_\alpha$  для резонансов с энергией, превышающей 1161 эВ, нейтронные параметры которых неизвестны, получены в предположении тонкого образца и нейтронной ширины  $\Gamma_n \approx \Gamma$ . Приведенные погрешности для  $\Gamma_\alpha$  включают статистические ошибки счета  $\alpha$ -частиц и неопределенности в соответствующих резонансных параметрах. Верхние оценки для  $\Gamma_\alpha$  даны со статистической достоверностью 95%. Экспериментальные значения  $\Gamma_\alpha$  и их верхние оценки для всех известных резонансов до 700 эВ приведены в табл. 2.

При более высоких энергиях на временном спектре выделяются пики 1486, 2486 и 3170 эВ, которые, по-видимому, соответствуют резонансам с большой  $\Gamma_\alpha$  /ширина пика составляет 100-150 нс, что в области  $E_n = 2-3$  кэВ соответствует 6-10 эВ энергетической шкалы, при  $D_H = 7,4$  эВ существование двух сильных по  $\Gamma_\alpha$  и  $\Gamma_n$  резонансов представляется маловероятным/. Значения  $\Gamma_\alpha$  для них, вычисленные при указанных выше предположениях, приведены в табл. 4. Энергия нейтронов, соответствующая этим пикам, как и вся энергетическая шкала при  $E_n > 160$  эВ, определялась путем нормировки на положения известных резонансов 191,3 и 437,8 эВ, энергии которых известны с точностью  $\sim 0,2\%$ <sup>/10/</sup>. Величины  $\Gamma_\alpha$ , полученные нами в области  $E_n < 300$  эВ, хорошо согласуются с имеющимися данными<sup>/11/</sup>, а средние значения полных  $\alpha$ -ширин и их распределения - с результатами работы<sup>/2/</sup>.

Таблица 2

$E_0$ , эВ	$N_\alpha$	$\Gamma_\alpha \times 10^7$ , эВ
18,3	390 ± 30	2,8 ± 0,2
27,7	< 45	< 3,2
29,9	87 ± 14	3,8 ± 0,7
32,1	114 ± 17	2,7 ± 0,4
39,7	105 ± 15	2,2 ± 0,3
40,6	< 36	< 6,3
49,3	21 ± 9	1,6 ± 0,7
57,9	58 ± 12	3,0 ± 0,8
65,2	< 20	< 5,8
65,4	< 18	< 7,7
76,4	< 26	< 4,2
80,0	< 23	< 19
83,4	296 ± 20	25
94,9	< 23	< 4,7
99,5	< 32	< 2,1
103,1	131 ± 14	11,9 ± 1,4
107,2	54 ± 10	7,6 ± 1,5
123,9	87 ± 12	11,3 ± 1,7
140,5	26 ± 6	4,6 ± 1,8
143,6	< 20	< 56
151,7	17 ± 6	3,3 ± 2,0
161,0	154 ± 14	43,1 ± 8,2
162,4	14 ± 6	(II)
163,8	26 ± 7	5,6 ± 3,4
172,0	< 11	< 8,5
180,0	< 21	< 6,6
185,0	828 ± 31	196 ± 18
191,3	29 ± 7	35 ± 14
193,5	< 15	< 62
198,3	< 18	< 27
206,0	< 15	< 3,9
221,8	92 ± 12	38 ± 8
226,0	33 ± 8	12 ± 4
229,0	< 13	< 85
240,9	< 8	< 16
241,8	< 9	< 14
248,3	< 2	< 0,8
257,5	< 20	< 10
264,3	< 22	< 15
267,3	< 12	< 5,2

Таблица 2 /продолжение/

$E_0$ , эВ	$N_\alpha$	$\Gamma_\alpha \times 10^7$ , эВ
271,8	$19 \pm 7$	$13 \pm 6$
275,1	$< 19$	$< 38$
284,1	$< 12$	$< 18$
291,0	$< 14$	$< 14,5$
308,0	$< 9$	$< 54$
312,0	$< 10$	$< 28$
321,0	$< 8$	$< 38$
331,5	$< 20$	$< 18,4$
336,6	$< 10$	$< 10$
341,4	$< 10$	$< 9$
351,0	$< 20$	$< 27$
360,4	$< 7$	$< 5$
363,0	$< 14$	$< 35$
380,4	$< 24$	$< 22$
383,8	$50 \pm 14$	$60 \pm 18$
392,4	$< 11$	$< 13,5$
398,5	$< 13$	$< 15,8$
400,5	$< 7$	$< 9,1$
406,5	$< 11$	$< 27$
413,8	$< 4$	$< 7$
420,0	$11 \pm 6$	(12)
423,7	$< 12$	$< 23$
437,8	$43 \pm 8$	$54 \pm 13$
441,7	$< 12$	$< 30$
460,7	$< 4$	$< 6$
464,8	$< 8$	$< 16$
478,1	$< 7$	$< 11$
481,8	$15 \pm 6$	$22 \pm 10$
488,9	$8 \pm 4$	(14)
498,5	$< 14$	$< 25$
501,7	$< 11$	$< 17$
516	$12 \pm 5$	$17 \pm 10$
532	$< 17$	$< 39$
535	$< 17$	$< 40$
541	$< 8$	$< 12$
549	$< 16$	$< 28$
556	$20 \pm 6$	$30 \pm 20$
562	$15 \pm 5$	$28 \pm 20$
567	$< 20$	$< 38$
570	$< 20$	$< 85$
577	$< 15$	$< 33$

Таблица 2 /продолжение/

$E_0$ , эВ	$N_\alpha$	$\Gamma_\alpha \times 10^7$ , эВ
583	$< 10$	$< 21$
591	$< 6$	$< 16$
600	$< 17$	$< 37$
609	$< 14$	$< 32$
617	$13 \pm 6$	$33 \pm 22$
621	$< 7$	$< 15$
626	$< 14$	$< 32$
636	$< 18$	$< 70$
648	$< 9$	$< 27$
653	$< 10$	$< 25$
656	$< 10$	$< 35$
663	$48 \pm 8$	$173 \pm 86$
673	$< 20$	$< 75$
682	$< 14$	$< 40$
687	$< 11$	$< 30$
692	$< 11$	$< 52$

2. Усредненные по резонансам сечения реакции ( $n, \alpha$ )

Метод времени пролета позволяет получать информацию о средних сечениях в отдельных энергетических интервалах. Абсолютное значение усредненного по энергетическому интервалу  $\Delta E_n$  сечения определялось с помощью нормировки, как и в случае определения  $\Gamma_\alpha$ , на резонанс 83,4 эВ по формуле:

$$\langle \sigma(n, \alpha) \rangle = \frac{N_\alpha \cdot \Phi(E_0^k) \cdot \lambda_k^2 (g\Gamma_{n^k}) (\Gamma_\alpha)_k}{(N_\alpha)_k \cdot 2\Gamma_k \int_{\Delta E_n} \Phi(E_n) dE_n}, \quad /2/$$

где  $N_\alpha$  - число зарегистрированных  $\alpha$ -частиц в энергетическом интервале  $\Delta E_n$ ,  $\lambda_k$  - длина волны нейтрона при энергии калибровочного резонанса, остальные обозначения - как в формуле /1/. Зависимость фона от времени пролета определена из отсчетов между резонансами и в резонансах марганца / $E_0 = 0,377$ ; 1,098 и 2,375 кэВ/.

Величины  $N_\alpha$  и  $\langle \sigma(n, \alpha) \rangle$  в различных интервалах усреднения представлены в табл. 3. Приведенные погрешности включают в себя статистическую ошибку и погрешность в определении фона в интервале усреднения.



Погрешность нормировки, включающая разброс параметров калибровочного резонанса, не изменяющего относительной величины сечений в интервалах усреднения, и неточности определения нейтронного потока  $\int \Phi(E_n) dE_n$ , составляющие менее 5%, не учитывались.

Чтобы сравнить результаты с расчетами по статистической теории, в пятом столбце табл. 3 приведены ошибки, включающие как экспериментальную погрешность, приведенную в четвертом столбце, так и ошибку за счет ограниченного числа резонансов, по которым проведено усреднение в интервале  $\Delta E_n$ .

Таблица 3

$\Delta E_n$ , эВ	$N_\alpha$	$\langle \sigma(n, \alpha) \rangle$ , мкб	$\Delta_1$ , мкб	$\Delta_2$ , мкб
3-100	$2640 \pm 200$	1050	80	280
100-200	$1330 \pm 100$	2240	200	600
200-300	$217 \pm 50$	590	140	210
300-400	$101 \pm 40$	370	150	180
400-500	$75 \pm 30$	350	140	170
500-600	$85 \pm 25$	475	140	185
600-700	$84 \pm 23$	550	150	220
700-800	$70 \pm 16$	520	120	190
800-900	$23 \pm 12$	190	100	115
900-1000	$60 \pm 15$	550	140	210
1000-1500	$202 \pm 30$	470	70	90
1500-2000	$105 \pm 22$	330	70	80
2000-2500	$99 \pm 20$	390	80	85
2500-3000	$29 \pm 16$	140	80	80

### 3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сложная структура нейтронных резонансов приводит к большим трудностям при попытках их микроскопического описания /см., например, /18/. Анализ экспериментальных данных проводится поэтому в рамках статистической теории, которая дает информацию только о величинах средних парциальных ширин и их распределениях. В то же время резонансы с одина-

ковыми квантовыми характеристиками обладают сильно различающимися параметрами. В связи с этим представляет интерес расширение изучаемых характеристик распада нейтронных резонансов, в частности, более детальное и широкое измерение  $\alpha$ -ширин нейтронных резонансов.

В  $^{147}\text{Sm}$  обращает на себя внимание наблюдавшееся существенное различие  $\langle \Gamma_\alpha \rangle$  в интервалах  $E_n < 100$  и  $100 < E_n < 200$  эВ, а также резонанс с  $E_0 = 185$  эВ, имеющий большие значения нейтронной и  $\alpha$ -ширины /2/.

Результаты настоящей работы позволили на порядок расширить исследованный диапазон по  $E_n$  от 300 эВ /2/ до 3200 эВ; здесь наблюдается, по крайней мере, пять резонансов с большой  $\Gamma_\alpha$ . В табл. 4 приведены некоторые параметры этих резонансов.  $R_n = \frac{2g\Gamma_n^0}{\langle 2g\Gamma_n^0 \rangle}$  и  $R_\alpha = \frac{\Gamma_\alpha}{\langle \Gamma_\alpha \rangle_{J=3^-}}$  - относительные величины вероятности данного вида распада или, по терминологии И.М.Франка /12/, сродство с данным видом распада.  $\langle 2g\Gamma_n^0 \rangle$  посчитано по данным /10/ в интервале  $0 < E_n < 700$  эВ, где еще не наблюдается пропуска уровней,  $\langle \Gamma_\alpha \rangle$  - по результатам настоящей работы в диапазоне  $0 < E_n < 3000$  эВ /см. ниже/. Видно, что до энергии 700 эВ из двух резонансов с большими  $R_\alpha$  только один /185 эВ/ проявляет специфические свойства и в нейтронном канале распада. Отсутствие данных по нейтронным ширинам выше 1160 эВ не позволяет пока сравнить  $R_\alpha$  и  $R_n$  для остальных резонансов с большими  $\Gamma_\alpha$ .

Таблица 4

$E_0$ , эВ	$2g\Gamma_n^0$ , мэВ	$\Gamma_\alpha \times 10^7$ , эВ	$R_n$	$R_\alpha$
$185,0 \pm 0,4$	$24,1 \pm 1,7$	$196 \pm 18$	4,0	4,5
$663 \pm 1$	$3,0 \pm 1,5$	$173 \pm 80$	0,5	4,0
$1485 \pm 7$	-	$320 \pm 80$	-	7
$2486 \pm 11$	-	$390 \pm 140$	-	9
$3170 \pm 14$	-	$470 \pm 190$	-	11

В табл. 5 приведены экспериментально реализовавшиеся частоты появления резонансов с большими  $\Gamma_\alpha$ , и оценены вероятности таких значений для  $(\Gamma_\alpha)_{J=3^-}$  по статистической теории, т.е. если полные  $\alpha$ -ширины подчиняются  $\chi^2$ -распределению



Таблица 5

$\Delta E_n$ , эВ	$\langle \Gamma_\alpha \rangle \times 10^7$ , эВ	$P(\Gamma_\alpha > \Gamma_{\alpha q})$	$P_{\text{эксп.}}$
3 - 500	27	0,009	0,03
500 - 1000	62	0,05	0,03
1000-1500	101	0,05	0,03
2000 - 2500	143	0,05	0,03
3 - 3000	44	0,018	0,025

с числом степеней свободы  $\nu_{\text{эф}} = 2^{1/2}$ . При проведении оценок мы брали значения средней  $\alpha$ -ширины, полученные из настоящей работы в интервалах с  $\Delta E_n = 500$  эВ, содержащих резонансы с большими  $\Gamma_\alpha$ , а также  $\langle \Gamma_\alpha \rangle$  по всему исследованному диапазону /0-3000 эВ/.

Видно, что экспериментальные вероятности существования резонансов с большими  $\Gamma_\alpha$  согласуются с теоретическими, т.е. существование резонансов с большими  $\Gamma_\alpha$  вполне вероятно в рамках статистической теории, и они по этому параметру не являются аномальными. Проявляется ли аномальность в корреляциях с другими каналами распада резонансов, пока проверить невозможно из-за отсутствия данных о других ширинах резонансов.

Что касается усредненных по интервалам сечений  $\langle \sigma(n, \alpha) \rangle_{\Delta E_n}$ , то из табл. 3 и рис. 3 видна довольно сильная флуктуация при усреднении по интервалам с  $\Delta E_n = 100$  эВ /по 10-15 резонансам/. Здесь на сечение оказывают влияние отдельные резонансы /сечение в интервале 100-200 эВ в 2-4 раза выше, чем в соседних/.

Хотя при  $\Delta E_n = 500$  эВ влияние отдельных резонансов менее существенно, обращают внимание сравнительно малые сечения при различных  $\Delta E_n$  в первом интервале /3-100, 3-500 эВ/. Хорошего согласия экспериментального сечения и теоретического, рассчитанного по обычной формуле для средних сечений /14/, с использованием подгоночного параметра  $\langle \Gamma_\alpha \rangle_{J=3^-}$ , получить

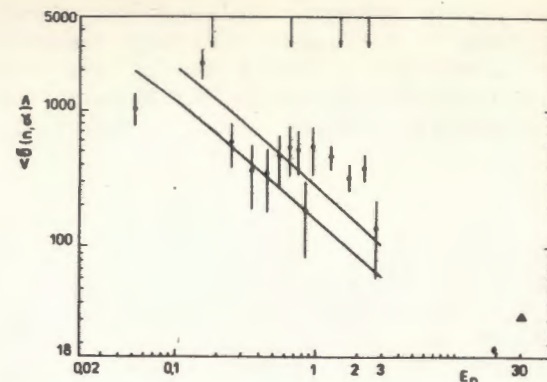


Рис. 3. Зависимость усредненных по интервалам  $\Delta E_n$  сечений  $\langle \sigma(n, \alpha) \rangle$  в мкб от энергии нейтронов  $E_n$  в кэВ. Указанные ошибки соответствуют  $\Delta_2$  в табл. 3.  $\Delta$  - по данным /4/; кривые - результат подгонки по статистической модели в диапазонах: нижняя - 3-3000 эВ и верхняя - 100-3000 эВ.

не удалось. Величина  $\langle \Gamma_\alpha \rangle_{J=3^-}$ , найденная методом наименьших квадратов из экспериментальных сечений в предположении статистической модели  $\langle \Gamma_\alpha \rangle_{J=3^-} = 0,11 \langle \Gamma_\alpha \rangle_{J=3^-}$ , используется нами в качестве экспериментальной средней  $\alpha$ -ширины. Значение  $\chi^2$  по критерию Пирсона для 14 точек составляет 61 при  $\langle \Gamma_\alpha \rangle_{J=3^-} = 25$  мкэВ, а для 13 /исключен интервал 3-100 эВ/ - 32 при  $\langle \Gamma_\alpha \rangle_{J=3^-} = 44$  мкэВ.

Отметим, что заметных флуктуаций в энергетической зависимости  $\Sigma 2g\Gamma_n^0$  для  $^{147}\text{Sm}$  не обнаружено /10/. В то же время имеются данные, показывающие, что  $\Sigma 2g\Gamma_n^0$  может сильно отличаться в различных интервалах усреднения. Так, для  $^{149}\text{Sm}$  при оценке по интервалам 0-40 и 40-100 эВ получены /15/ силовые функции  $S_0 = \frac{\Sigma 2g\Gamma_n^0}{2\Delta E} = 2,8 \pm 1,0$  и  $11,7 \pm 3,6$  соответственно.

Аналогично, для  $^{189}\text{La}$  на интервалах 0-2,9 и 2,9-4,4 кэВ получены  $S_0 = 0,33 \pm 0,10$  и  $2,6 \pm 1,3$ . Таким образом, как в нейтронном, так и  $\alpha$ -каналах распада нейтронных резонансов при усреднении по интервалам с 10-30 резонансами наблюдается значительная флуктуация в величинах средних нейтронных и  $\alpha$ -ширин, статистическая вероятность которых меньше 1%. Соответствуют ли они флуктуациям, допускаемым статистической теорией, или обусловлены определенными физическими причинами - вопрос остается пока открытым. Первым шагом в этом направлении могла быть проверка наличия корреляции с другими каналами.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность проф. В.И.Мостовому, Г.В.Мурадянцу за предоставление возможности работать на пучках установки "Факел" ИАЭ, и полезные консультации, а также Ю.В.Адамцуку, Ю.Г.Щепкину и А.Я.Луницу - за большую помощь в работе, Т.С.Зваровой - за изготовление мишеней.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Popov Yu.P. et al. Nucl.Phys., 1972, A188, p.212.
2. Balabanov N.P. et al. Nucl.Phys., 1976, A261, p.35.
3. Popov Yu.P. In: Nuclear Structure Study with Neutrons. Akademiai Kiado, Hungary, Budapest, 1974, p.65.
4. Втюрин В.А. и др. ОИЯИ, РЗ-10733, Дубна, 1977.
5. Вертебный В.П. и др. ОИЯИ, РЗ-11392, Дубна, 1978.
6. Попов Ю.П. В сб.: Избранные вопросы структуры ядра. ОИЯИ, Д-9682, Дубна, 1976, т.1, с.116.
7. Певзнер М.И. и др. Препринт ИАЭ-2122, М., 1971.
8. Антонов А. и др. ОИЯИ, Р13-12146, Дубна, 1979.
9. Uttley S.A., Sowerby H.G., Partick V.M. 3rd Conference Neutron Cross Sect. and Techn., Knoxville, 1971, 2, p.551.
10. Neutron Cross Sections, BNL-325, 1973, v.1, 3rd ed.
11. Гледенов Ю.М., Пак Хон Чер, Попов Ю.П. Бюллетень центра данных ЛИЯФ, Л., 1977, вып.4, с.3.
12. Frank I.M. In: Nuclear Structure Study with Neutrons. Akademiai Kiado, Hungary, Budapest, 1974, p.17.
13. Соловьев В.Г. В кн.: Нейтронная физика. Обнинск, 1974, ч.1, с.70.
14. Lane A.M., Lynn J.E. Proc.Phys.Soc., 1957, A70, p.557.
15. Каржавина Э.Н., Попов А.Б. ОИЯИ, РЗ-5655, Дубна, 1971; ЯФ, 1972, 15, с.401.

Рукопись поступила в издательский отдел  
12 декабря 1979 года.