

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

B-926

14/6-79

P6 - 12224

Ц.Вылов, Ш.Оманов, В.С.Александров, Н.Б.Бадалов,  
А.Будзьяк, В.В.Кузнецов, А.И.Муминов, Хан Хен Мо

1805/2-79

ИЗУЧЕНИЕ РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА

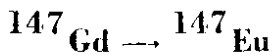


1979

P6 - 12224

Ц.Вылов, Ш.Оманов,<sup>1</sup> В.С.Александров,<sup>2</sup> Н.Б.Бадалов,<sup>1</sup>  
А.Будзьяк, В.В.Кузнецов, А.И.Муминов,<sup>3</sup> Хан Хен Мо

ИЗУЧЕНИЕ РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА



*Направлено в "Изв. АН СССР", сер. физ.*

---

<sup>1</sup> Самаркандский государственный университет.

<sup>2</sup> ВНИИМ им. Д.И.Менделеева, Ленинград.

<sup>3</sup> ИЯФ АН УзССР, Ташкент.

Вылов Ц. и др.

P6 - 12224

Изучение радиоактивного распада  $^{147}\text{Gd} \rightarrow ^{147}\text{Eu}$

В настоящей работе измерены спектры гамма-лучей, электронов внутренней конверсии (ЭК), позитронов и  $e-\gamma$ -совпадений. Путем анализа  $\gamma$ -спектров обнаружено  $142\gamma$ -перехода, возникающих при распаде  $^{147}\text{Gd} \rightarrow ^{147}\text{Eu}$ . На основании полученных результатов предлагается схема распада  $^{147}\text{Gd}$ . Нами впервые введены следующие уровни: 1007,40 ( $3/2^+ - 7/2^+$ ), 1337,70 ( $5/2^+ - 9/2^+$ ), 1771,94 ( $5/2^- - 9/2^-$ ), 1816,06 ( $5/2^+, 7/2^+$ ), 1838,82; 1974,69 ( $5/2^+, 7/2^+$ ) и 1905,64 кэВ ( $5/2^+, 7/2^+$ ).

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Vylov Ts, et al.

P6 - 12224

Investigation of the  $^{147}\text{Gd} \rightarrow ^{147}\text{Eu}$  Radioactive Decay

Spectra of gamma-rays, internal conversion electrons, positrons and  $e-\gamma$  coincidences have been measured. By analyzing  $\gamma$ -spectra  $142\gamma$ -transitions have been discovered, which appear at the  $^{147}\text{Gd} \rightarrow ^{147}\text{Eu}$  decay. The  $^{147}\text{Gd}$  decay scheme is proposed. The next levels are introduced for the first time: 1007.40 ( $3/2^+ - 7/2^+$ ), 1337.70 ( $5/2^+ - 9/2^+$ ), 1771.94 ( $5/2^- - 9/2^-$ ), 1816.06 ( $5/2^+, 7/2^+$ ), 1838.82; 1974.69 ( $5/2^+, 7/2^+$ ) and 1905.64 keV ( $5/2^+, 7/2^+$ ).

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Свойства возбужденных состояний нечетно-четного ядра  $^{147}\text{Eu}$  изучались на основе анализа спектров позитронов <sup>1/</sup>, электронов внутренней конверсии <sup>2,3,5-7/</sup>, гамма-лучей <sup>5,6/</sup> и  $\gamma-\gamma$ -совпадений <sup>5/</sup>. В работе <sup>4/</sup> измерен  $g$ -фактор изомерного состояния 625,2 кэВ/11/2 /. Однако, несмотря на довольно обширный экспериментальный материал, схема возбужденных состояний  $^{147}\text{Eu}$  исследована недостаточно полно. В частности, имеются расхождения при определении интенсивностей гамма-лучей и ЭК, неоднозначно размещены некоторые гамма-переходы, в ряде случаев не установлены мультипольности переходов. Для решения этих проблем нами изучались спектры  $\gamma$ -лучей, ЭК, позитронов и  $e-\gamma$ -совпадений и на основе совокупности экспериментальных данных была предложена схема распада  $^{147}\text{Gd}$ .

## 1. РАДИОАКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Нейтрондефицитные нуклиды гадолиния получались в реакциях глубокого расщепления тантала и эрбия протонами с энергией 660 МэВ. Мишени весом 1-5 г, изготовленные в виде пластинок с размерами /25-35/ x /10-20/ /0,5-1,0/ мм<sup>3</sup>, облучались на внутреннем пучке /~2,5 мкА/ синхротронона ОИЯИ. Радиохимическую обработку мишеней <sup>8/</sup>, за исключением облученных в течение 5 и более часов, производили непосредственно по окончании облучения. Продолжительность процесса выделения гадолиния в зависимости от вида мишени доходила до 150 мин.

Моноизотопные источники  $^{147}\text{Gd}$  получались с помощью электромагнитного масс-сепаратора <sup>9/</sup> на алюминиевой фольге толщиной 18 мкм или алюминизированной майларовой фольге /для исследования спектров позитронов/ толщиной 0,68 мг/см<sup>2</sup>. Продолжительность подготовки фракции Gd для масс-сепарирования составляла 10±20 мин, время масс-сепарирования - 40-50 мин.

## 2. ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРОВ $\gamma$ -ЛУЧЕЙ

Спектры  $\gamma$ -лучей измерялись с помощью Ge-, Ge(Li)-детекторов по методике, изложенной в работе <sup>10/</sup>. Характерные аппаратные спектры показаны на рис. 1 и 2. Экспериментальные данные, являющиеся результатом 22 серий измерений, приведены в табл. 1. Для сравнения там же представлены и данные <sup>3,5,6/</sup>. Как видно, нами наблюдаются  $\gamma$ -переходы с интенсивностью  $I_\gamma \geq 0,006 / I_\gamma / 229,3 \text{ кэВ} / = 100/$ . Поэтому обнаружение ряда переходов с  $I_\gamma \geq 0,014$  в работе <sup>6/</sup> вызывает сомнение.

## 3. ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРОВ ЭВК И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МУЛЬТИПОЛЬНОСТЕЙ ПЕРЕХОДОВ

Спектры ЭВК измерялись с помощью Si(Li)-детектора /80 мм<sup>2</sup> x 4 мм/. Для снижения фона от сопровождающих  $\gamma$ -лучей и уменьшения перегрузки детектора за счет интенсивных низкоэнергетических электронов использовалось магнитное бездисперсионное устройство <sup>10/</sup>. Характерные аппаратные спектры ЭВК показаны на рис. 3 и 4. Результаты измерений представлены в табл. 1. Для сравнения там же приведены данные <sup>3,6/</sup>. Как видно, результаты <sup>3/</sup> в области 100-230 кэВ отличаются от наших данных. Обнаруженные в <sup>2,3/</sup> переходы с энергией 126,0; 176,7; 867,78; 896,5; 1406,7 и 1409,5 кэВ в наших экспериментах не наблюдались.

Коэффициент связи шкал  $I_\gamma$  и  $I_\alpha$  найден с помощью перехода 395,94 кэВ, мультипольность которого принята как M2. Согласно <sup>11,12/</sup>  $K_\alpha = 0,128$ .

## 4. ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРА ПОЗИТРОНОВ

Измерение спектра позитронов  $^{147}\text{Gd}$  проводилось с помощью бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем <sup>13/</sup>. Предположим, что спектр позитронов имеет разрешенную форму /рис. 6/. Тогда в результате обработки <sup>14/</sup> получаем два компонента с граничными энергиями  $E_{\beta_1^+} = /1160 \pm 13/ \text{ кэВ}$  и  $E_{\beta_2^+} = /933 \pm 5/ \text{ кэВ}$ . При этом  $J_{\beta_1^+} / J_{\beta_2^+} = /4,36 \pm 0,44/ \cdot 10^{-3}$  и  $J_{\beta_2^+} / J_{K229} = /2,19 \pm 0,15/ \cdot 10^{-2}$ . В соответствии с предложенной нами схемой распада  $J_{\beta_1^+} = /0,04 \pm 0,01/ \%$  на распад  $^{147}\text{Gd}$   $J_{\beta_2^+} = /0,20 \pm 0,02/ \%$ . Исходя из разности граничных энергий и физических соображений мы предполагаем, что, вероятнее всего, позитроны заселяют основное и первое возбужденное состояния, следовательно, разность масс  $^{147}\text{Gd}$ ,  $^{147}\text{Eu}$  равна  $Q = /2185 \pm 5/ \text{ кэВ}$ . Это значение отличается от  $Q = /2328 \pm 25/ \text{ кэВ}$  <sup>15/</sup> и близко к значению  $Q = /2220 \pm 15/ \text{ кэВ}$  <sup>17/</sup>.

Экспериментальное значение  $J_{\beta_1^+} / J_{\beta_2^+} = 29 \cdot 10^{-8}$  хорошо согласуется с рассчитанным для разрешенного бета-перехода <sup>16/</sup>  $J_{\beta_1^+} / J_{\beta_2^+} = 32,3 \pm 0,7$ . Из отношения  $(J_{\beta_1^+} / J_{\beta_2^+})_{\text{расч.}} = 15,1 \pm 0,8$  для разрешенного перехода и экспериментальной величины  $J_{\beta_1^+} = /0,04 \pm 0,01/ \%$  для заселения основного состояния  $^{147}\text{Eu}$  получаем:  $J_{\beta_1^+} / J_{\beta_2^+} = /0,6 \pm 0,2/ \%$  на распад  $^{147}\text{Gd}$ .

## 5. ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРОВ $e-\gamma$ СОВПАДЕНИЙ

Измерение спектра K239,3  $\gamma$ -совпадений проводилось с помощью безжелезного бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем и Ge(Li)-детектором объемом 40 см<sup>3</sup>/энергетическое разрешение 3,5 кэВ при  $E_\gamma = 1,3 \text{ МэВ}/$  <sup>17/</sup>. Разрешающее время системы составляло 50 нс. Спектрометрическая информация накапливалась в памяти 4096-канального анализатора (ICA-70) и затем передавалась по каналу связи на ЭВМ "Минск-2". Обработка спектров  $\gamma$ -лучей и  $e-\gamma$ -совпадений проводилась по программе "КАТОК" <sup>18/</sup>. Характерные аппаратные спектры показаны на рис. 5. Проведено 4 серии измерений. Полученные интенсивности  $e-\gamma$ -совпадений и рассчитанные по предложенной нами схеме распада приведены в табл. 2.

Мы впервые наблюдаем совпадения  $K_{229,3}$  с переходами 778,0; 1232,8; 1566,3; 1586,8 и 1676,3 кэВ.

Обратим внимание на размещение перехода 778,1 кэВ. Согласно <sup>5/</sup> он имеет двойное размещение: 778,9 и 1554,5 кэВ, согласно <sup>6/</sup> - 778,2 кэВ. Анализ данных о  $\gamma$ -совпадениях показывает, что переход 778,0 кэВ совпадает с переходом  $K_{229,3}$ . На этом основании мы вводим новый уровень - 1007,40 кэВ.

## 6. СХЕМА РАСПАДА $^{147}\text{Gd} \rightarrow ^{147}\text{Eu}$

На основании анализа спектров  $\gamma$ -лучей, ЭВК, позитронов и  $e$ - $\gamma$ -совпадений, а также на основании данных о  $\gamma$ - $\gamma$ -совпадениях <sup>5/</sup> предлагается схема распада  $^{147}\text{Gd} \rightarrow ^{147}\text{Eu}$  /табл. 3/. Из наблюдаемых 142 переходов мы разместили 109. Суммарная интенсивность неразмещенных переходов составляет  $\approx 2\%$  на распад  $^{147}\text{Gd}$ .

В расчетах мы принимали определенное нами значение  $Q = 2185,5$  кэВ. За 100% интенсивности на распад  $^{147}\text{Gd}$  принята сумма интенсивностей ядерных переходов и бета-распада на основное состояние  $^{147}\text{Eu}$  /бета-распад на основное состояние обсуждался выше, в разделе 4/.

## 7. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

а/ Впервые введены состояния 1007,40/5/; 1337,70/7/; 1771,937/33/; 1816,064/33/; 1816,46/4/; 1838,82/5/; 1874,69/5/ и 1905,051/34/ кэВ.

Уровень 1007,40 кэВ введен на основании совпадений  $K_{229,3}$  и  $\gamma$  778,04 кэВ. Разрядка его осуществляется переходами 778,04 (M1) и 252,30 (M1) на состояния 229,29/7/2<sup>+</sup> и 754,98 /3/2<sup>+</sup>, 5/2<sup>+</sup> соответственно. Ввиду этого полагаем, что  $I^{\pi} = 3/2^{+}/7/2^{+}$ .

Уровень 1337,70 кэВ введен на основании баланса энергий заселяющих /434,30 кэВ (M1)/ и разряжающих /330,19 кэВ; 214,95 кэВ (M1)/ его переходов. Мы полагаем  $I^{\pi} = 5/2^{+}/9/2^{+}$ .

Уровень 1771,94 кэВ введен на основании баланса энергий трех разряжающих его переходов: 434,30 (M1), 910,24 (M1, E2), 995,49 кэВ (M1, E2). Мы полагаем  $I^{\pi} = 5/2^{+}/9/2^{+}$ .

Вместо ранее введенного уровня 1816,30 кэВ <sup>6/</sup> на основании баланса энергий мы вводим два состояния, разряжающихся четырьмя переходами каждое /см. табл. 3/: /1816,064/33/ кэВ - 5/2<sup>+</sup>, 7/2<sup>+</sup> и 1816,46/4/ кэВ - 5/2<sup>-</sup>, 7/2<sup>-</sup>.

Уровень 1838,82 кэВ введен на основании баланса энергий двух разряжающих его переходов /976,79 и 460,39 кэВ/. Так как мультипольности этих переходов неизвестны, сделать заключение о состоянии  $I^{\pi}$  нельзя.

Уровень 1974,69 кэВ введен также на основании баланса энергий двух разряжающих его переходов /879,57 кэВ (M1, E2), 751,81 кэВ (M1)/. По совокупности экспериментальных данных мы полагаем  $I^{\pi} = 5/2^{+}, 7/2^{+}$ .

Вместо ранее введенного уровня 1905,76 кэВ /7/2<sup>+</sup>/ <sup>6/</sup> на основании баланса энергий мы вводим два новых состояния: 1905,051/34/ кэВ и 1905,641/33/ кэВ /см. табл. 3/. По совокупности экспериментальных данных мы принимаем  $I^{\pi} = 5/2^{+}, 7/2^{+}$  и  $I^{\pi} = 7/2^{+}$  соответственно.

б/ Методом  $e$ - $\gamma$ -совпадений доказано существование следующих уровней: 776,447; 861,640; 995,119; 1122,714; 1235,689 и 1359,997 кэВ.

в/ Введенный в <sup>6/</sup> уровень 778,05 кэВ нами не подтвержден, и на основании совпадения 229,29 кэВ с  $\gamma$  778,05 кэВ мы ввели новый уровень: 1007,40 кэВ.

г/ В работе <sup>5/</sup> указывается на сложную структуру перехода 995,485 кэВ и на его возможное двойное размещение в схеме распада: 995,2 кэВ и 1773,8 кэВ, 778,0. По балансу энергий эти варианты исключаются. Мы предполагаем, что переход 995,485 кэВ размещается между уровнями 1791,93 и 776,45 кэВ.

д/ Впервые определен спин состояния 1474,566 кэВ; 5/2<sup>-</sup>, 7/2<sup>-</sup>.

е/ Для уровня 1696,30 кэВ на основании мультипольностей разряжающих его переходов мы полагаем четность положительной, что противоречит данным работы <sup>6/</sup>.

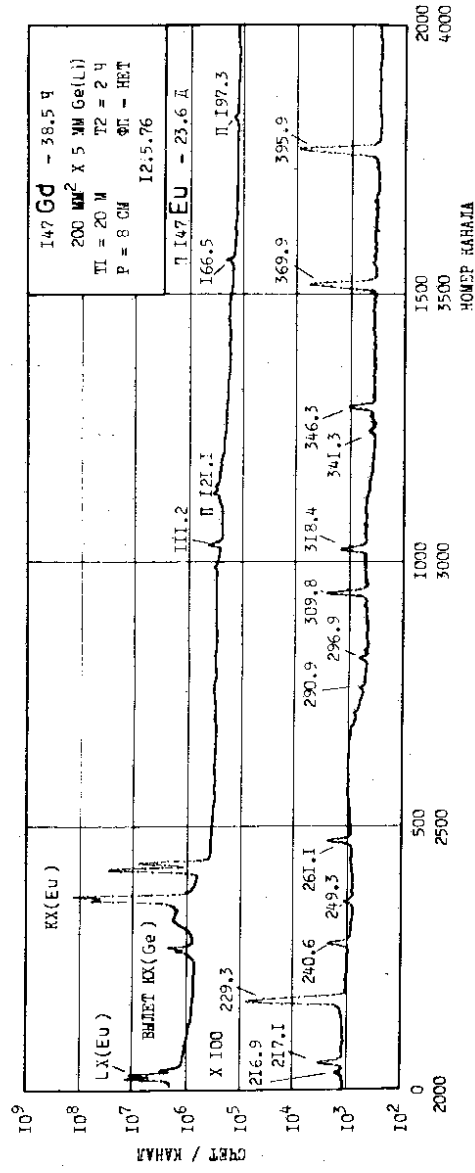


Рис. 1. Спектр  $\gamma$ -лучей  $^{147}\text{Gd}$ , измеренный с помощью спектрометра с Ge(Li) - детектором объемом 200 мм<sup>2</sup> x 5 мм.

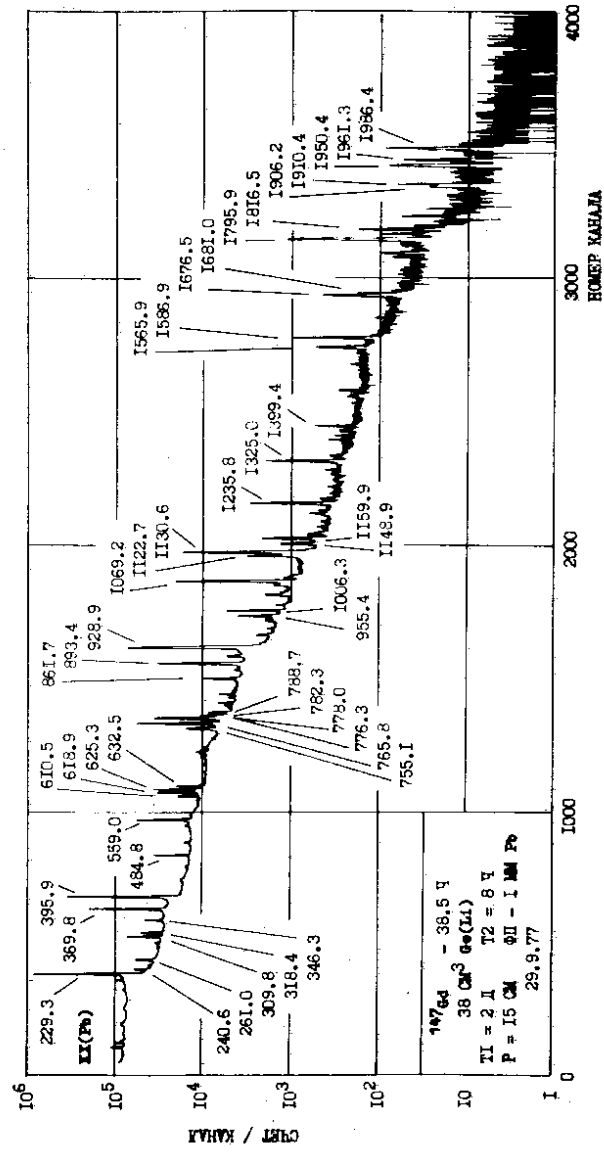


Рис. 2. Спектр гамма-лучей  $^{147}\text{Gd}$ , измеренный с помощью спектрометра с Ge(Li) - детектором объемом 38 см<sup>3</sup>.

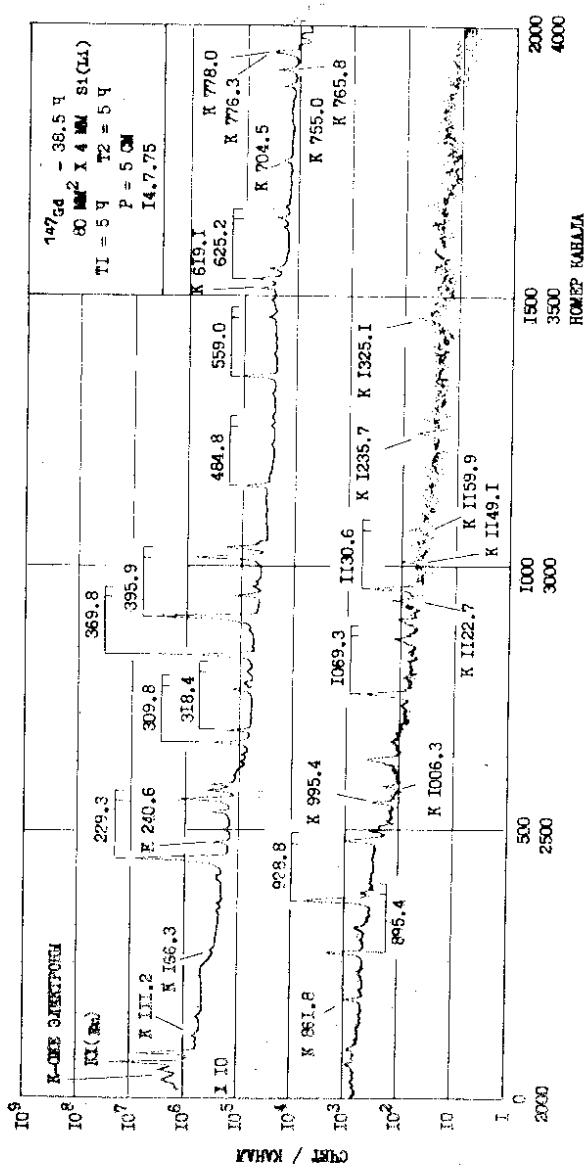


Рис. 3. Спектр низкоэнергетических гамма-квантов и электронов внутренней конверсии при распаде <sup>147</sup>Gd измеренный с помощью спектрометра с Ge(Li) - детектором.

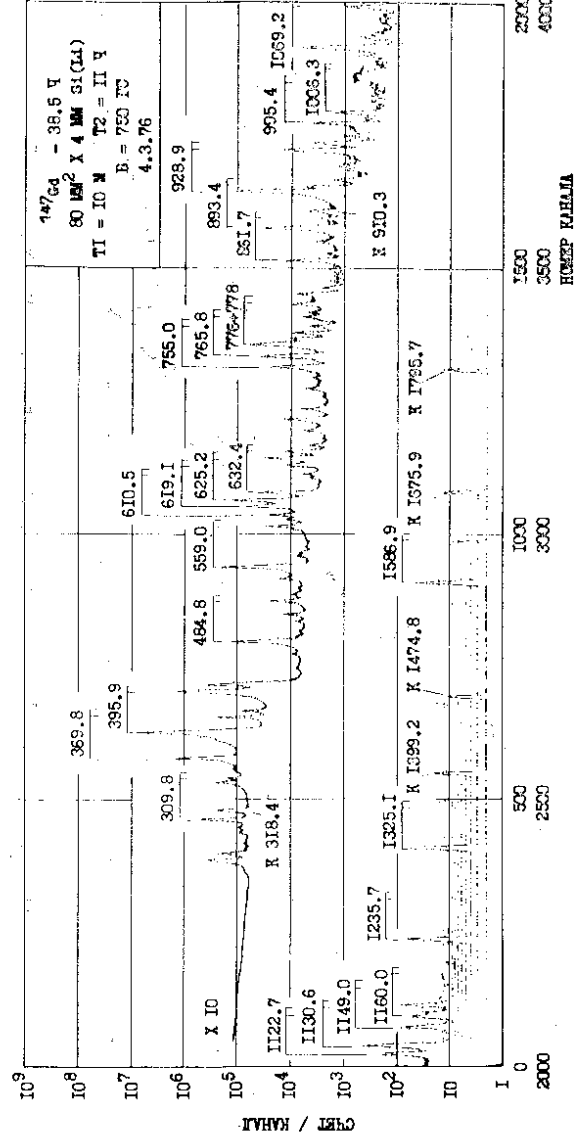


Рис. 4. Спектр электронов внутренней конверсии при распаде <sup>147</sup>Gd, измеренный с помощью спектрометра с Si(Li) - детектором, помещенным в однородное магнитное поле.

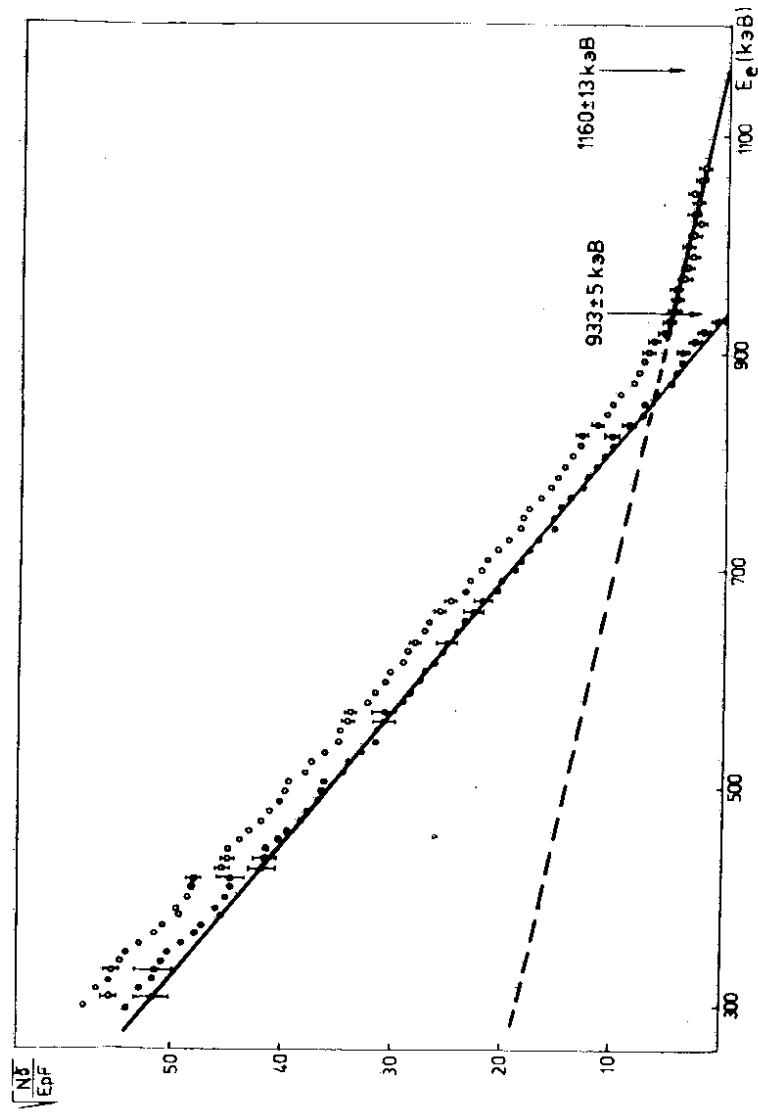


Рис. 5. График Ферми-Кюри для позитронов при распаде  $^{147}\text{Gd}$

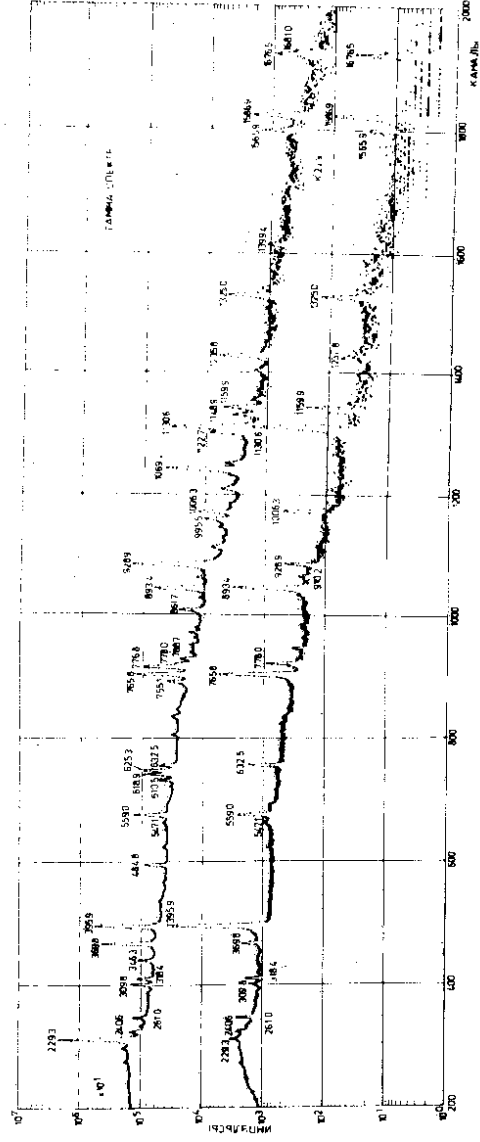


Рис. 6. Спектры  $\gamma$ -лучей и  $e-\gamma$ -совпадений, измеренные при распаде  $^{147}\text{Gd}$ .



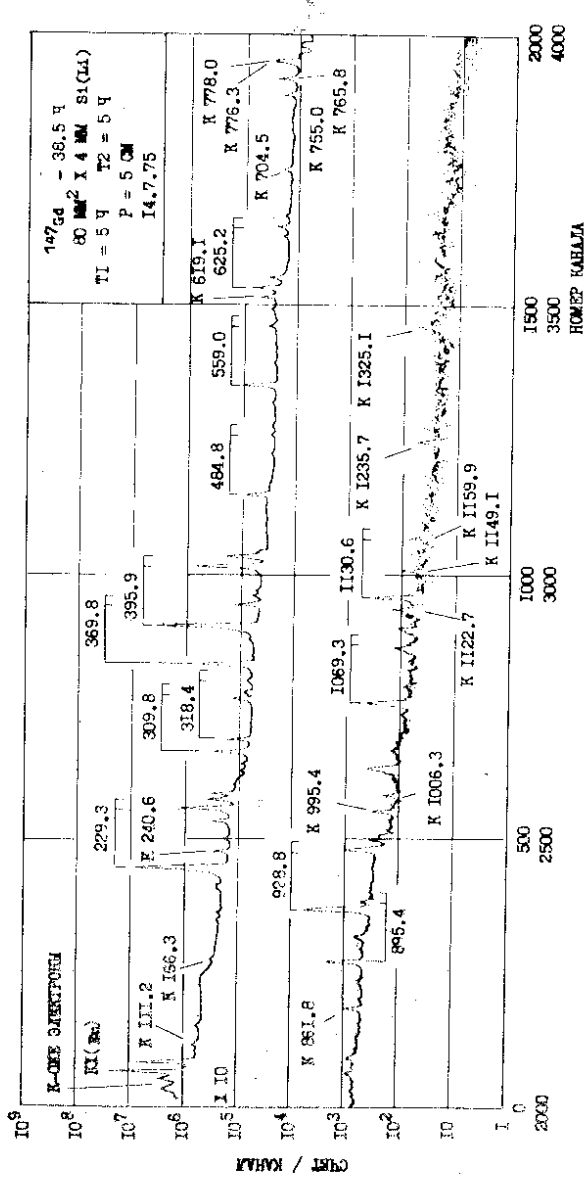


Рис. 3. Спектр низкоэнергетических гамма-квантов и электронов внутренней конверсии при распаде  $^{147}\text{Gd}$  измеренный с помощью спектрометра с Ge(Li) - детектором.

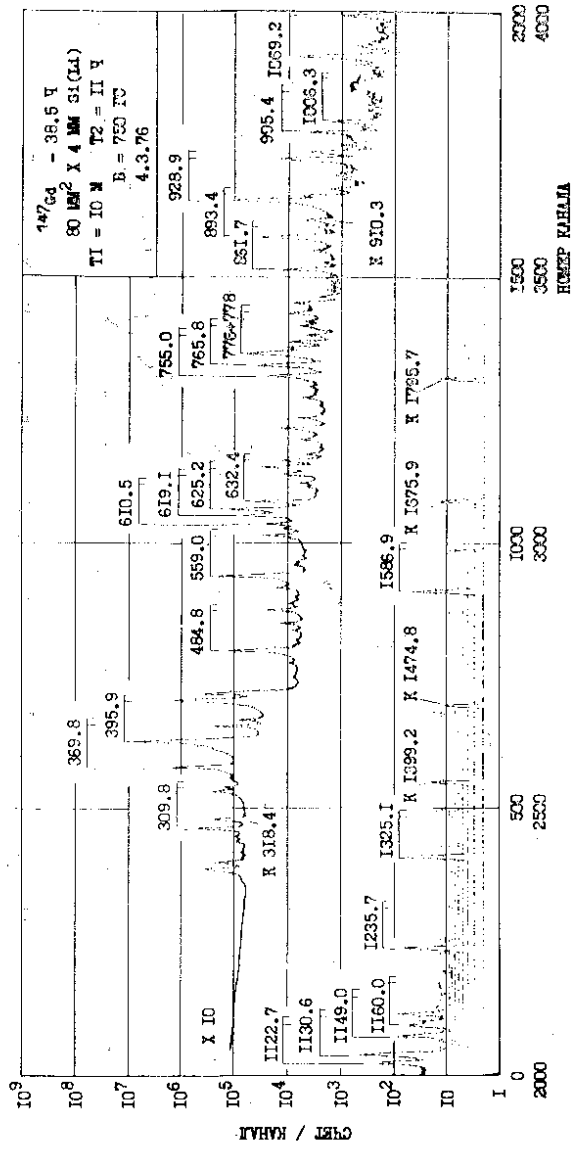


Рис. 4. Спектр электронов внутренней конверсии при распаде  $^{147}\text{Gd}$ , измеренный с помощью спектрометра с Si(Li) - детектором, помещенным в однородное магнитное поле.

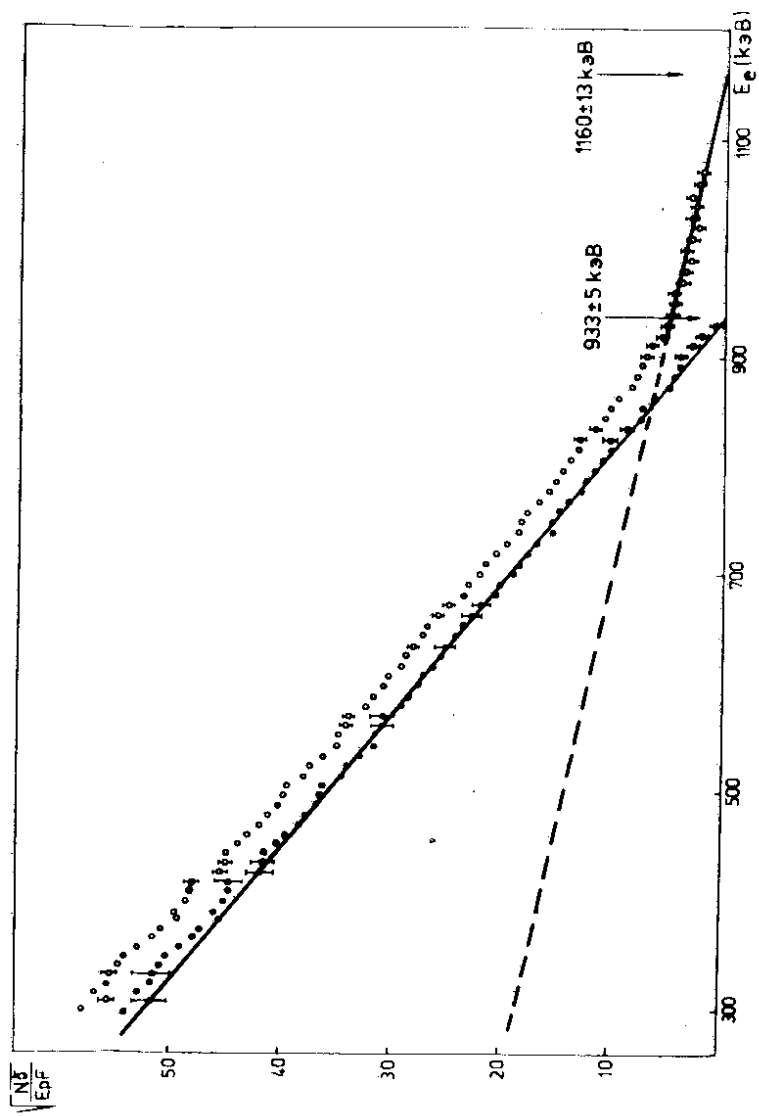


Рис. 5. График Ферми-Кюри для позитронов при распаде  $^{147}\text{Gd}$

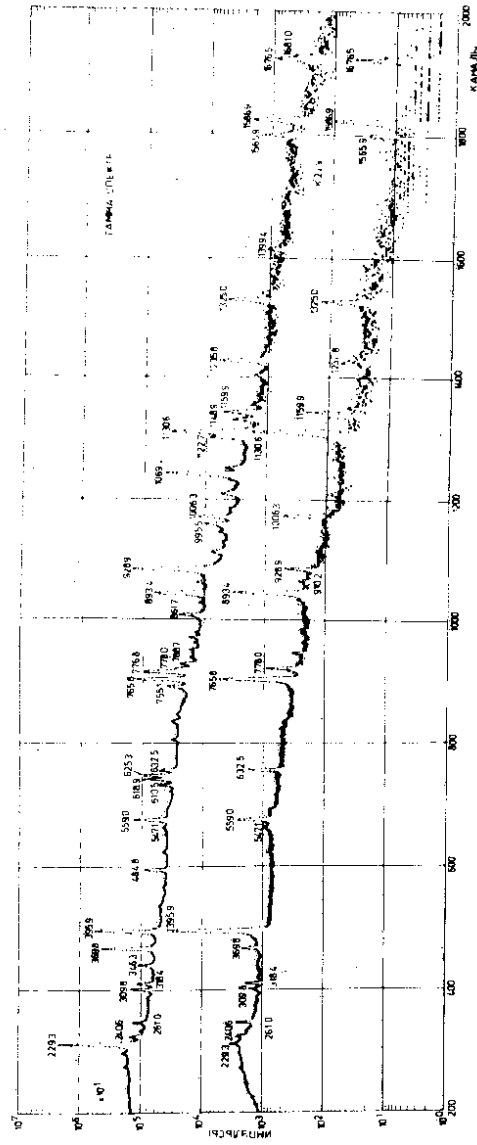


Рис. 6. Спектры  $\gamma$ -лучей и  $e-\gamma$ -совпадений, измеренные при распаде  $^{147}\text{Gd}$ .

Таблица 1

Сведения о ядерных переходах, возникающих при распаде  $^{147}\text{Gd}$ , и сравнение с литературными данными

Част. ноб.	$(\pm \Delta)$ , кэВ			$(\pm \Delta)$					Част. ноб.	$(\pm \Delta)$					Част. ноб.	$\delta L$	$\beta_{\alpha}$	$\beta_{\beta}$	$\beta_{\gamma}$
	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13					
404, 23 (18)	404, 0(10)	—	—	0,009(10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
407, 22 (20)	407, 0(10)	—	—	0,053(10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
415, 10 (20)	415, 0(10)	—	—	0,053(10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
417, 44 (19)	418, 3(10)	—	—	0,055(17)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
431, 74 (23)	431, 5(5)	—	—	0,385(22)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
434, 30 (20)	433, 2(5)	—	—	0,054(24)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
455, 84 (15)	456, 2(5)	—	—	0,134(27)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
460, 30 (15)	460, 8(5)	—	—	0,284(12)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
484, 665 (12)	484, 9(1)	—	—	4,32(10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
480, 30 (18)	480, 5(10)	—	—	0,17(10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
486, 04 (19)	486, 2(10)	—	—	0,122(32)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
506, 59 (27)	506, 0(10)	—	—	0,155(18)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
516, 46 (20)	516, 8(10)	—	—	0,052(24)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
525, 95 (18)	525, 2(10)	—	—	0,039(12)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
537, 56 (8)	539, 0(10)	—	—	0,151(30)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
547, 13 (8)	547, 3(5)	—	—	0,50(6)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
546, 78 (6)	549, 2(5)	—	—	0,141(23)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
559, 047 (13)	559, 2(10)	—	—	9,56(22)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
565, 34 (13)	565, 3(1)	—	—	0,164(10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
569, 25 (9)	569, 6(5)	—	—	0,285(15)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
573, 45 (7)	573, 0(5)	—	—	0,215(21)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
580, 7 (6)	580, 7(5)	—	—	0,215(21)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
584, 5 (6)	584, 5(6)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
595, 97 (19)	595, 5(1)	—	—	0,151(18)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
610, 430 (19)	610, 43(10)	—	—	1,89(5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
619, 098 (21)	619, 00(10)	—	—	3,41(14)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
625, 202 (19)	625, 18(10)	—	—	7,8(5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
623, 536 (17)	623, 35(10)	—	—	6,93(20)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
627, 01 (14)	646, 8(9)	—	—	2,80(9)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
680, 30 (17)	680, 2(3)	—	—	0,365(22)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
701, 21 (4)	701, 8(4)	—	—	0,622(28)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
704, 548 (31)	704, 5(2)	—	—	1,55(26)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
714, 35 (5)	714, 5(5)	—	—	0,454(24)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
725, 5 (7)	726, 5(7)	—	—	0,61(20)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Продолжение таблицы 1

Част. ноб.	$\delta L$	$\beta_{\alpha}$	$\beta_{\beta}$	$\beta_{\gamma}$	$(\pm \Delta)$					Част. ноб.	$\delta L$	$\beta_{\alpha}$	$\beta_{\beta}$	$\beta_{\gamma}$	
					1	2	3	4	5						
1399,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1406,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1406,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1771,937	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1213,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1308,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1554,172	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1565,133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1905,641	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1378,270	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1399,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
776,447	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1554,173	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1696,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1966,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1236,569	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1244,334	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
626,228	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
861,640	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1616,084	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1696,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
996,119	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1069,246	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—





## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1530,57(17)	1530,7(5)	-	0,05(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1544,41(23)	1545,0(10)	-	0,027(9)	-	-	-	-	-	-	-	1773,79	-
1556,34(24)	1565,2(2)	1565,7(2)	0,344(30)	0,46(17)	0,55(17)	-	-	-	0,0015(4)	41,32	1795,86	229,289
1586,80(137)	1586,86(15)	1587,4(3)	0,737(28)	0,94(7)	1,4(1)	-	-	0,015(5)	0,0030(2)	41,22	1816,06	229,289
1591,9(4)	1601,5(15)	1630(2)	0,017(6)	0,027(13)	0,027(13)	-	-	-	-	-	1856,29	229,289
1608,91(20)	1628,9(5)	1641(2)	0,020(3)	0,027(13)	0,027(13)	-	-	-	-	-	1905,641	229,289
1676,33(37)	1676,5(2)	1676,5(5)	0,342(11)	0,44(5)	0,44(5)	-	-	0,003(1)	0,0040(10)	41,22	1909,964	229,289
1690,65(5)	1690,9(4)	1690(2)	0,103(4)	0,075(20)	0,075(20)	-	-	-	-	-	1950,84	229,289
1720,85(33)	1721,3(5)	1722(2)	0,011(5)	0,014(14)	0,014(14)	-	-	-	-	-	-	-
1731	1731	1731(2)	-	0,014(14)	0,014(14)	-	-	-	-	-	-	-
1757,30(14)	1757,6(3)	1756(2)	0,032(4)	0,041(13)	0,041(13)	-	-	-	-	-	1995,89	229,289
1735,91(10)	1755,9(4)	1755(2)	0,058(4)	0,041(13)	0,041(13)	-	-	-	-	-	1995,49	229,289
1775(2)	1775(2)	1775(2)	-	0,034(20)	0,034(20)	-	-	-	-	-	-	-
1793,74(25)	1793,3(5)	1794(2)	0,007(3)	0,056(20)	0,056(20)	-	-	-	-	-	-	-
1795,87(44)	1795,94(20)	1795,8(4)	1,111(32)	1,4(1)	1,4(1)	-	-	0,003(1)	0,0004(1)	81	1795,86	0
1806,50(8)	1806,7(3)	1806(2)	0,057(5)	0,10(2)	0,10(2)	-	-	-	-	-	1805,55	0
1816,443(40)	1816,5(3)	1816,6(4)	0,196(6)	0,20(3)	0,20(3)	-	-	0,002(2)	0,0009(2)	(11,22)(12)	1813,466	0
1823,83(9)	1824,0(5)	1825(2)	0,017(2)	0,027(13)	0,027(13)	-	-	-	-	-	-	-
1844,19(10)	1844,3(3)	1845(2)	0,035(4)	0,054(14)	0,054(14)	-	-	-	-	-	1856,20	0
1836,41(25)	1850,1(4)	1891(2)	0,109(1)	0,024(7)	0,023(7)	-	-	-	-	-	-	-
1865,61(7)	1905,0(4)	-	0,016(7)	-	-	-	-	-	-	-	1905,61	0
2010,009(47)	1913,0(3)	1908(2)	0,151(3)	0,061(14)	0,061(14)	-	-	-	-	-	1909,86	0
1936,30(22)	1937,2(2)	1937(3)	0,005(1)	0,048(14)	0,048(14)	-	-	-	-	-	-	-
1936,63(12)	1950,7(2)	1950(2)	0,052(3)	0,014(14)	0,014(14)	-	-	-	-	-	2155,57	229,289
1961,45(8)	1961,5(4)	1967(3)	0,046(3)	0,11(1)	0,12(2)	-	-	-	-	-	1961,44	0
1962,80(17)	1962,6(5)	1963(3)	-	0,011(7)	0,011(7)	-	-	-	-	-	-	-
1966,70(7)	1966,7(3)	1997(2)	0,017(2)	0,056(14)	0,027(13)	-	-	-	-	-	-	-
			0,095(4)	0,12(3)	0,11(2)	-	-	-	-	-	1986,69	0

Таблица 2

Результаты е-γ-совпадений при распаде <sup>147</sup>Gd

Е <sub>γ</sub> , кэВ	К 229,3		Е <sub>γ</sub> , кэВ		К 229,3	
	І е-γ экс.	І е-γ расч.	І е-γ экс.	І е-γ расч.	І е-γ экс.	І е-γ расч.
240,59	15,2(22)	13,8(6)	893,42	235(12)	227(5)	
261,07	21,5(14)	26,3(10)	1006,38	42,1(34)	85,9(10)	
309,87	9,5(15)	8,3(4)	1130,71	167(10)	168(4)	
318,49	19,7(18)	13,5(7)	1160,03	12,8(13)	17,6(4)	
395,94	1000(36)	1000(19)	1232,76	5,7(5)	6,5(2)	
547,13	12,5(17)	9,5(11)	1324,97	22,9(10)	21,6(5)	
559,05	71,8(29)	64,1(40)	1566,34	4,7(5)	6,5(6)	
632,36	57,8(36)	53,0(17)	1586,80	14,4(14)	14,3(5)	
765,79	335(16)	307(6)	1676,33	5,0(6)	6,5(2)	
778,04	128(3)	134(6)				

Таблица 3

Состояния, возбуждаемые при распаде  $^{147}\text{Gd}$ , и их разрядка

$E_{\beta}$ (0,5) $\beta_{\beta}$	I $\beta$	I (лет) % на распад	log H	Разрядка																
				1	2	3	4	5	6	7										
0																				
229,289(23)	5/2*	0,58(13)	9,3	177,0(30)	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
525,226(28)	7/2*	5,7(24)	8,9	67,1(12)	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
784,980(27)	11/2*	2,1(14)	8,2	585,3(5)	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
1007,46(5)	3/2*, 5/2*	1,09(8)	6,4	784,976	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
1213,54(6)	3/2*, 7/2*	1,4(5)	8,3	776,445	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
1399,997(27)	5/2*, 7/2*	0,36(20)	8,8	547,1(3)	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
1595,119(27)	9/2*	19,3(9)	7,0	861,025	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
1699,246(25)	3/2*, 7/2*	4,6(5)	7,3	765,787	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
1822,714(13)	7/2*	2,5(3)	7,8	1069,244	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
2289,289	5/2*, 7/2*	9,7(5)	7,2	100,479	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
2292,265	7/2*	1,16(3)	6,8	346,292	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
2292,265	7/2*	3,2(3)	7,6	100,375	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
2292,265	9/2*, 11/2*	0,1	9,5	315,088	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
2292,265	5/2*, 9/2*	0,25(4)	6,3	336,139	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
2292,265	7/2*, 9/2*	9,7(2)	7,2	133,729	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
2292,265	5/2*, 9/2*	0,19(3)	6,5	110,46	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
1816,460(4)	5/2*, 7/2*	0,32(9)	7,4	1816,445	0,198(9)	MI, (E2), (E2)	0
				1061,51	0,26(4)	(MI, E2)	754,980
				1040,17	0,50(4)	E1	776,447
1838,62(5)		0,06(2)	8,5	954,04	0,42(5)	E1	861,640
				460,39	0,26(1)	-	1378,27C
1856,20(10)		0,11(1)	8,2	1858,41	0,009(1)	-	0
				1628,91	0,020(3)	-	229,289
				1232,76	0,0087(11)	-	625,226
				293,05	0,14(1)	-	1565,133
1874,69(5)	5/2*, 7/2*	0,40(6)	8,2	879,57	0,36(5)	MI, E2	995,119
				751,91	0,28(4)	MI	1122,714
1905,051(34)	5/2*, 7/2*	1,09(3)	7,1	782,336	1,75(10)	MI, E2	1122,714
1905,641(33)	7/2*	0,44(4)	7,5	1905,61	0,010(7)	-	0
				1678,333	0,34(1)	MI, E2	229,289
				1044,173	0,18(2)	MI	861,640
				506,59	0,17(2)	MI, E2	1399,328
1909,964(44)	5/2*, 7/2*	0,15(1)	8,0	1910,008	0,051(3)	-	0
				1680,56	0,103(4)	-	229,289
				1048,29	0,080(3)	-	861,640
1950,64(10)	5/2*, 7/2*	0,63(3)	7,3	1950,63	0,092(3)	-	0
				1720,55	0,011(5)	-	229,289
				802,09	0,063(10)	MI, E2	1069,246
				827,793	0,89(3)	MI, E1	1122,714
1961,44(8)	5/2*, 7/2*	0,054(7)	8,0	1961,49	0,046(3)	-	0
				1164,76	0,040(8)	-	776,447
1986,69(6)		0,028(3)	7,5	1986,70	0,095(4)	-	0
				1757,30	0,032(4)	-	229,289
				1125,28	0,32(3)	-	861,640
1995,49(7)	9/2*	0,25(4)	7,5	1765,91	0,058(4)	-	229,289
				1370,27	0,012(2)	E2	625,226
				1218,97	0,067(18)	-	776,447
				595,97	0,16(2)	MI	1399,328
2165,57(10)	5/2*, 9/2*	0,43(11)	6,5	1936,30	0,006(1)	-	229,289
				1096,18	0,084(20)	(MI)	1069,246
				804,454	0,40(13)	MI, E2	1399,397
				327,07	0,21(2)	-	1838,82

ЛИТЕРАТУРА

1. Громов К.Я. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1965, 29, с.2235.
2. Авошина М.П. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1966, 30, с.1292.
3. Авошина М.П. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1969, 33, с.2044.
4. Климентовская М.В. и др. ЯФ, 1970, 12, с.460.
5. Григорьев Е.П. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1972, 36, с.76.
6. Григорьев Е.П. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1977, 41, с.1203.

7. Виноградов В.М. и др. Тезисы докл. XVIII совещ. по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. "Наука", Л., 1978.
8. Молнар Ф. и др. ЭЧАЯ, 1973, 3, с.1077.
9. Афанасьев В.П. и др. ОИЯИ, 13-4763, Дубна, 1969.
10. Вылов Ц. и др. ЭЧАЯ, 1978, 9, с.1350.
11. Hager R.S., Seltzer E.C. Nucl. Data Tables., 1968, A4, p.1.
12. Trusov V.S. Nucl. Data Tables, 1972, 10, p.1477.
13. Громов К.Я. и др. Прикладная ядерная спектроскопия, 1978, вып. 8, с.59.
14. Крецу Т. и др. ОИЯИ, Р6-10183, Дубна, 1976.
15. Adam I., Toth K.S. Phys. Rev., 1969, 180, p.1207.
16. Желепов Б.С. и др. Бета-процессы. "Наука", Л., 1972.
17. Кузнецов В.В. и др. ОИЯИ, Д6-11574, Дубна, 1978.
18. Гаджоков В. ПТЭ, 1970, 5, с.82.
19. Ваврыщук Я. и др. ОИЯИ, Р6-5777, Дубна, 1971.
20. Аволина М.П. и др. Изобарные ядра с массовым числом  $A=147$ . "Наука", Л., 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел  
5 февраля 1979 года.