

B-926

17/VI-72

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

23.62/2-72

P6 - 6441



Ц.Вылов, К.Я.Громов, А.Зелински, К.Зубер, Я.Зубер,  
В.В.Кузнецов, А.В.Потемпа, В.И.Фоминых

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ <sup>157</sup> Dy, ЗАСЕЛЯЕМЫЕ  
ПРИ РАСПАДЕ <sup>157</sup> Ho ( $T_{1/2} = 14$  МИН)

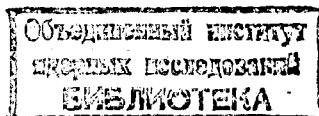
1972

P6 - 6441

Ц.Вылов,<sup>1</sup> К.Я.Громов, А.Зелински,<sup>2</sup> К.Зубер,<sup>2</sup> Я.Зубер,<sup>2</sup>  
В.В.Кузнецов, А.В.Потемпа,<sup>2</sup> В.И.Фоминых

ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ <sup>157</sup>Dy, ЗАСЕЛЯЕМЫЕ  
ПРИ РАСПАДЕ <sup>157</sup>Ho ( $T_{1/2} = 14$  МИН)

Направлено в журнал "Изв. АН СССР"



<sup>1</sup> Институт физики Болгарской академии наук, София, Болгария

<sup>2</sup> Институт ядерной физики, Краков, Польша

Вылов Ц., Громов К.Я., Зелински А.,  
Зубер К., Зубер Я., Кузнецов В.В.,  
Потемпа А.В., Фоминых В.И.

Возбужденные состояния  $^{157}\text{Dy}$ , заселяемые при  
распаде  $^{157}\text{Ho}$  ( $T_{1/2} = 14$  мин)

Исследовались спектры гамма-лучей, конверсионных электронов, гамма-гамма-совпадений при распаде  $^{157}\text{Ho}$ . Обнаружено более 50 переходов. Предлагается схема распада  $^{157}\text{Ho} \rightarrow ^{157}\text{Dy}$ . Наблюдались уровни с энергией 0 кэВ ( $3/2^-$ ); 60,8 кэВ ( $5/2^-$ ); 147,8 кэВ и 257,4 кэВ ( $8/2^-$ ) ротационной полосы основного состояния  $^{157}\text{Dy}$   $5/2^- /521/$  и уровни 341,1 кэВ ( $5/2^-$ ), 420,4 кэВ ( $7/2^-$ ) и 515,6 кэВ ( $8/2^-$ ) ротационной полосы  $5/2^- /523/$ . Наблюдались также уровни 897,0 ( $5/2^-$ ) и 990,4 ( $7/2^-$ ) ротационной полосы  $5/2^- /512/$ . Результаты обсуждаются и сравниваются с соседним ядром  $^{159}\text{Dy}$  и с теоретическими расчетами.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна, 1972

Vylov Ts., Gromov K.Ya., Zelinsky A., P6 - 6441  
Zuber K., Kuznetsov V.V., Potempa A.V., Fominych V.I.

Excited States of  $^{157}\text{Dy}$  Populated at  
 $^{157}\text{Ho}$  ( $T_{1/2} = 14$  min) Decay

Gamma-ray spectra, conversion electron spectra and gamma-gamma coincidence spectra were investigated in the decay of  $^{157}\text{Ho}$ . More than 50 transitions were found out. The decay scheme  $^{157}\text{Ho} \rightarrow ^{157}\text{Dy}$  is suggested. The levels with the energies of 0 keV ( $3/2^-$ ); 60.8 keV ( $5/2^-$ ); 147.8 keV ( $7/2^-$ ) and 257.4 keV ( $9/2^-$ ) for the  $^{157}\text{Dy}$  ground state rotational band  $5/2^-$  (521) and the levels of 341.1 keV ( $5/2^-$ ) 420.4 keV ( $7/2^-$ ) and 515.6 keV ( $9/2^-$ ) for the rotational band  $5/2^-$  (523) were observed as well as the levels 897.0 ( $5/2^-$ ) and 990.4 ( $7/2^-$ ) for the rotational band  $5/2^-$  (512). The results are discussed and compared with the neighbouring nucleus  $^{159}\text{Dy}$  and with the theoretical calculations.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna, 1972

### Введение

Ядро  ${}^{157}_{66}\text{Dy}_{91}$  находится на границе между ядрами переходной области деформаций и ядрами области сильной деформации с  $N > 90$ .

Возбужденные состояния  ${}^{157}\text{Dy}$  исследовались ранее в работе Гротдаля и др. <sup>/1/</sup> в  $(d, p)$  и  $(d, t)$  ядерных реакциях. Обнаруженные в этой работе возбужденные состояния  ${}^{157}\text{Dy}$  и их интерпретация представлены на рис. 1. В <sup>/2/</sup> возбужденные состояния  ${}^{157}\text{Dy}$  исследовались в реакции  ${}^{157}\text{Gd}({}^3\text{He}, n){}^{157}\text{Dy}$ . Авторами <sup>/2/</sup> наблюдался изомерный уровень  ${}^{157}\text{Dy}$  с энергией 199 кэВ ( $T_{1/2} = 21$  мсек) типа  $11/2, 11/2^- /505/$ , который разряжается в нижние возбужденные состояния  ${}^{157}\text{Dy}$  с энергиями 185, 161, 148 и 61 кэВ.

Представляют интерес сведения о распаде  ${}^{157}\text{Ho}$  на уровни  ${}^{157}\text{Dy}$ . В работе Жизона и др. <sup>/3/</sup>, Желева и др. <sup>/4/</sup> был определен период полураспада  ${}^{157}\text{Ho}$ . Он равен  $13 \pm 1$  мин и  $18 \pm 2$  мин, соответственно. Исследования спектров гамма-лучей и конверсионных электронов при распаде  ${}^{157}\text{Ho}$  ранее не проводились. Нами проведено исследование спектров конверсионных электронов, гамма-лучей и гамма-гамма-совпадений при распаде  ${}^{157}\text{Ho}$ . Обнаружено более 50 переходов. На осно-

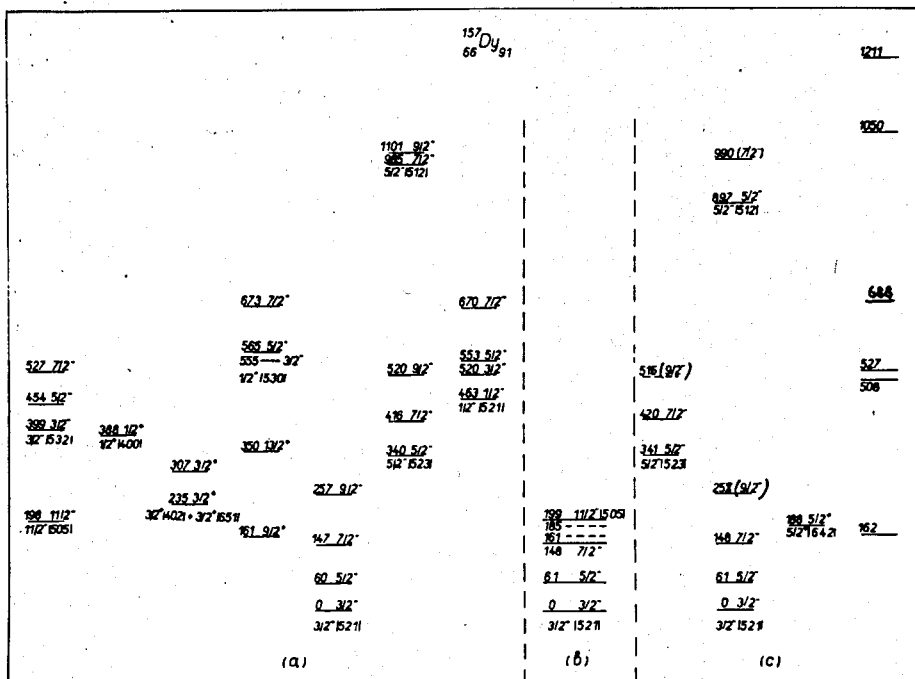


Рис. 1. Сравнение возбужденных состояний  $^{157}\text{Dy}$ , наблюдаемых при распаде  $^{157}\text{Ho}$  и из реакций  $(d, p)$ ,  $(d, t)$  /1/ и  $(^3\text{He}, 3n)$  /2/: а) результаты работы Гротдаля и др. /1/, в) результаты работы Боргрена и Слетгена /2/, с) результаты нашей работы.

вании анализа экспериментальных результатов предлагается схема возбужденных уровней  $^{157}\text{Dy}$ , заселяемых при распаде  $^{157}\text{Ho}$ . Предварительные результаты опубликованы в работе /5/.

### Экспериментальная часть

а) Получение радиоактивных источников

Источники  $^{157}\text{Ho}$  получались при распаде  $^{157}\text{Er}$  ( $T_{1/2} = 24$  мин), образованного в реакции  $^{149}\text{Sm} (^{12}\text{C}, 4n) ^{157}\text{Er}$  при  $E_{12\text{Cmax}} = 81$  Мэв на выведенном пучке ускорителя тяжелых ионов У-300 Лаб-оратории ядерных реакций ОИЯИ. Выбор преимущественного канала реакции для получения изотопа  $^{157}\text{Er}$  осуществлялся изменением энергии частиц  $^{12}\text{C}$  с помощью фольги из алюминия толщиной  $2,5 \text{ мг/см}^2$ . Мишень изготавливалась методом осаждения окиси самария-149 на алюминиевую фольгу - подложку толщиной  $\sim 6 \text{ мг/см}^2$ . Время облучения составляло 20 минут. Измерения начинались через 5-10 минут после облучения. Для изучения гамма-спектра использовались как смесь  $^{157}\text{Er} + ^{157}\text{Ho}$ , так и  $^{157}\text{Ho}$ , выделенный химически из эрбия /6/.

Применялись также источники  $^{157}\text{Er} + ^{157}\text{Ho}$ , полученные при расщеплении тантала протонами с энергией 660 Мэв на внутреннем пучке синхротронного ОИЯИ. В этом случае производилось разделение изотопов на масс-сепараторе /7/.

Излучение  $^{157}\text{Ho}$  исследовалось как в равновесии с материнским  $^{157}\text{Er}$  ( $T_{1/2} = 24$  мин), так и с использованием препарата  $^{157}\text{Ho}$ , выделенного химическим методом из  $^{157}\text{Er}$  через 40 минут после разделения изотопов эрбия на масс-сепараторе.

б) Методика измерений и экспериментальные результаты

Измерения спектров гамма-лучей  $^{157}\text{Ho}$  проводились с помощью амплитудного многоканального анализатора АИ-4096 с использованием

$^{60}\text{Co}$  ( $\text{Li}$ ) - детекторов с чувствительными объемами  $0,5 \text{ см}^3$  (разрешение  $0,7 \text{ кэВ}$  в области энергий  $100 \text{ кэВ}$  и  $1,7 \text{ кэВ}$  на гамма-лучах  $^{60}\text{Co}$ ) /8/ и  $10 \text{ см}^3$  (разрешение  $2,1 \text{ кэВ}$  на гамма-лучах  $^{60}\text{Co}$ ) /9/.

Измерение конверсионных электронов проводилось с помощью амплитудного многоканального анализатора АИ-4096 с использованием  $\text{Si}(\text{Au})$ -детектора с толщиной чувствительного слоя  $2 \text{ мм}$  и площадью  $100 \text{ мм}^2$  (разрешение  $2,0 \text{ кэВ}$  на электронах  $\text{K}(121) \text{ кэВ}^{152}\text{Eu}$ ) /10/.

В таблице 1 сведены результаты анализа спектров гамма-лучей и конверсионных электронов внутренней конверсии и мультипольности для ряда переходов. При расчете экспериментальных значений коэффициентов внутренней конверсии  $\alpha_{\text{K}}$ ,  $\alpha_{\text{L}}$ ,  $\alpha_{\text{M}}$  принималось, что переход с энергией  $60,8 \text{ кэВ}$  имеет мультипольность типа  $\text{M1}$  /2/ ( $\alpha_{\text{L}} \text{ теор} = 1,410$ ).

Исследование спектров гамма-гамма-совпадений проводилось с помощью двухмерного анализатора /11/ на базе ЭВМ "Минск-2" и двух  $^{60}\text{Co}$  ( $\text{Li}$ ) -детекторов с чувствительными объемами  $24$  и  $25 \text{ см}^3$ . В этом случае использовался радиоактивный источник  $^{157}\text{Er}$ , полученный в реакции  $^{149}\text{Sm} (^{12}\text{C}, 4n) ^{157}\text{Er}$ . Измерения спектров гамма-гамма-совпадений при распаде  $^{157}\text{Ho}$  начинались через  $10$  минут после облучения и продолжались с одним источником  $^{157}\text{Er}$ , затем поступал другой источник  $^{157}\text{Er}$  после следующего облучения. Всего было использовано в измерениях четыре источника. Добавление активности  $^{157}\text{Er}$  в процессе опыта осуществлялось автоматически: облученная окись самария-149 в виде суспензии в амилацетате постепенно осаждалась в специальной стеклянной пробирке в район расположения  $^{60}\text{Co}$  ( $\text{Li}$ ) - детекторов. Выбор энергетических окон для проведения эксперимента гамма-гамма-совпадений проводился заранее по программе, разработанной М.И. Фоминых. Результаты анализа гамма-гамма-совпадений при распаде  $^{157}\text{Ho}$  приведены в таблице 2. Крестиками отмечены совпадающие гамма-переходы.

Таблица I

Энергии и относительные интенсивности гамма-лучей и конверсионных электронов при распаде  $^{157}\text{Ho}$ . КВК и выводы о мультипольностях переходов в  $^{157}\text{Dy}$

	$E_\gamma$	$J_\gamma$	$J_k$	$J_l$	$J$ полн.	$\alpha_k$ ( $\alpha_l$ )	Мульти- поль- ность
I	2	3	4	5	6	7	8
1.	40,0 <sup>x</sup>	6					
2.	60,8±0,1 <sup>x</sup>	25,0±0,5		35,25±1,0	300,0	(1,41) <sup>xx</sup>	MI
3.	87,0±0,1 <sup>x</sup>	29,1±0,5		12,94±0,79	140,9	(0,44±0,04)	MI
4.	110,3±0,2 <sup>x</sup>	3,1±0,3					
5.	127,1±0,2 <sup>x</sup>	1,1±0,3					
6.	147,8±0,2 <sup>x</sup>	8,9±0,5					E2
7.	153,1±0,1 <sup>x</sup>	13,2±0,6	2,82±0,24		16,2	0,21±0,03	E1
8.	162,2±0,3 <sup>x</sup>	6,1±0,9					
9.	179,8±0,1 <sup>x</sup>	2,7±0,4	0,33±0,08		3,2	0,12±0,05	E2
10.	182,4±0,2 <sup>x</sup>	3,2±0,5					
11.	187,9±0,1 <sup>x</sup>	16,6±0,6	0,68±0,06		17,4	0,041±0,005	E1
12.	193,3±0,2 <sup>x</sup>	31,6±0,8	10,50±0,13	1,08±0,14	43,4	0,330±0,020	MI
13.	196,6±0,3 <sup>x</sup>	2,5±0,4					
14.	209,0±0,2 <sup>x</sup>	5,8±0,2	0,70±0,11		6,5	0,129±0,026	E2
15.	258,2±0,2 <sup>x</sup>	4,7±0,5					
16.	267,0±0,4 <sup>x</sup>	2,4±1,2					
17.	272,3±0,1 <sup>x</sup>	18,6±1,5	1,78±0,11	0,19±0,05	20,6	0,101±0,020	MI
18.	280,1±0,1 <sup>x</sup>	100,0±2,8	9,75±0,16	1,44±0,06	111,2	0,098±0,004	MI
19.	297,2±0,1	3,5±0,2					
20.	309,2±0,3						
21.	320,8±0,3 <sup>x</sup>	7,0±2,4					
22.	337,4±0,4						
23.	341,4±0,1 <sup>x</sup>	74,6±1,8	4,13±0,07	0,66±0,6	79,4	0,055±0,002	MI+E2



продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7	8
24.	353,7±0,2	1,5±0,3					
25.	359,6±0,2 <sup>X</sup>	4,7±0,3	0,26±0,08		5,0	0,424±0,086	M3
26.	367,1±0,2	1,9±0,3					
27.	379,2±0,2 <sup>X</sup>	0,8±0,1					
28.	388,6±0,2 <sup>X</sup>	1,7±0,2					
29.	400,4±0,3	I					
30.	420,6±0,2 <sup>X</sup>	1,2±0,3					
31.	429,5±0,3 <sup>X</sup>	0,6					
32.	449,6±0,3	I					
33.	462,9±0,4 <sup>X</sup>	1,5±0,3					
34.	466,9±0,3 <sup>X</sup>	1,7±0,3					
35.	476,7±0,2 <sup>X</sup>	2,3±0,2					
36.	503,5±0,4	0,8±0,3	0,084±0,02		0,9	0,107±0,020	M2
37.	508,6±0,2 <sup>X</sup>	10,4±0,5	0,16±0,04		10,6	0,016±0,003	E2
38.	555,7±0,1 <sup>X</sup>	12,3±0,4	0,32±0,03		12,7	0,0196±0,0050	MI
39.	570,1±0,2 <sup>X</sup>	2,2±0,3					
40.	649,0±0,3 <sup>X</sup>	1,4±0,3					
41.	685,5±0,2	3,0±0,2					
42.	688,5±0,2 <sup>X</sup>	2,4±0,2					
43.	703,4±0,3	0,6±0,2					
44.	708,8±0,2 <sup>X</sup>	5,6±0,2					
45.	749,2±0,3 <sup>X</sup>	1,3±0,3					
46.	779,2±0,2	1,8±0,3					
47.	791,3±0,3 <sup>X</sup>	0,8±0,2					
48.	828,6±0,2 <sup>X</sup>	2,5±0,2					
49.	835,8±0,2 <sup>X</sup>	4,5±0,2					
50.	870,3±0,2 <sup>X</sup>	3,6±0,3					
51.	897,0±0,1 <sup>X</sup>	16,0±0,4					

продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7	8
52.	929,3±0,2 <sup>x</sup>	2,4±0,4					
53.	1063,4±0,2 <sup>x</sup>	0,7±0,1					
54.	1149,9±0,2 <sup>x</sup>	3,6±0,4					
55.	1211,0±0,2 <sup>x</sup>	9,7±0,4					
56.	1379,9±0,2	1,7±0,2					
57.	1459,3±0,4	1,3±0,2					

Примечание: \* Переходы, размещенные в схеме распада <sup>157</sup>Ho.

\*\* При расчете коэффициентов внутренней конверсии  $\alpha_k$  ( $\alpha_L$ ) принималось, что переход с энергией 60,84 кэВ типа MI ( $\alpha_L = 1,41$ ).



Спектры гамма-лучей и конверсионных электронов обрабатывались с помощью ЭВМ - "Минск-2" с использованием светового карандаша и программы "КАТОК" /12/. На основании анализа экспериментальных данных предлагается схема распада  $^{157}\text{Ho} \rightarrow ^{157}\text{Dy}$  (рис. 2). На рисунке кружками помечены каскады гамма-лучей, введенные на основании гамма-гамма-совпадений. Остальные уровни  $^{157}\text{Dy}$  введены на основании энергетического баланса и баланса интенсивностей. При расчете значений  $I_{\beta}^{ft}$  принималось, что разность масс  $^{157}\text{Ho} \rightarrow ^{157}\text{Dy}$  равна 2310 кэВ /13/.

### Возбужденные состояния $^{157}\text{Dy}$ и обсуждение результатов

Ламм /14/, используя метод Беса и Шиманского /15/, провел расчет равновесной деформации для нечетных ядер диспрозия в зависимости от  $\epsilon$  и  $\epsilon_4$  ( $\epsilon$  и  $\epsilon_4$  - значения квадрупольной и гексадекапольной деформации, соответственно). Результаты этих расчетов даны в табл. 3.

Таблица 3

Ядро	$\epsilon$	$\epsilon_4$	Квантовые характеристики
$^{157}\text{Dy}$	0,216	-0,022	3/2 /521/
$^{159}\text{Dy}$	0,236	-0,018	3/2 /521/
$^{161}\text{Dy}$	0,251	-0,010	5/2 /642/
$^{163}\text{Dy}$	0,260	-0,001	5/2 /523/
$^{165}\text{Dy}$	0,267	0,008	7/2 /633/

Согласно Ламму, основное состояние  $^{157}\text{Dy}$  имеет квантовые характеристики 3/2<sup>-</sup> /521/. Величина спина основного состояния  $^{157}\text{Dy}$  (3/2) подтверждена экспериментально А. Розеном и др. /16/.

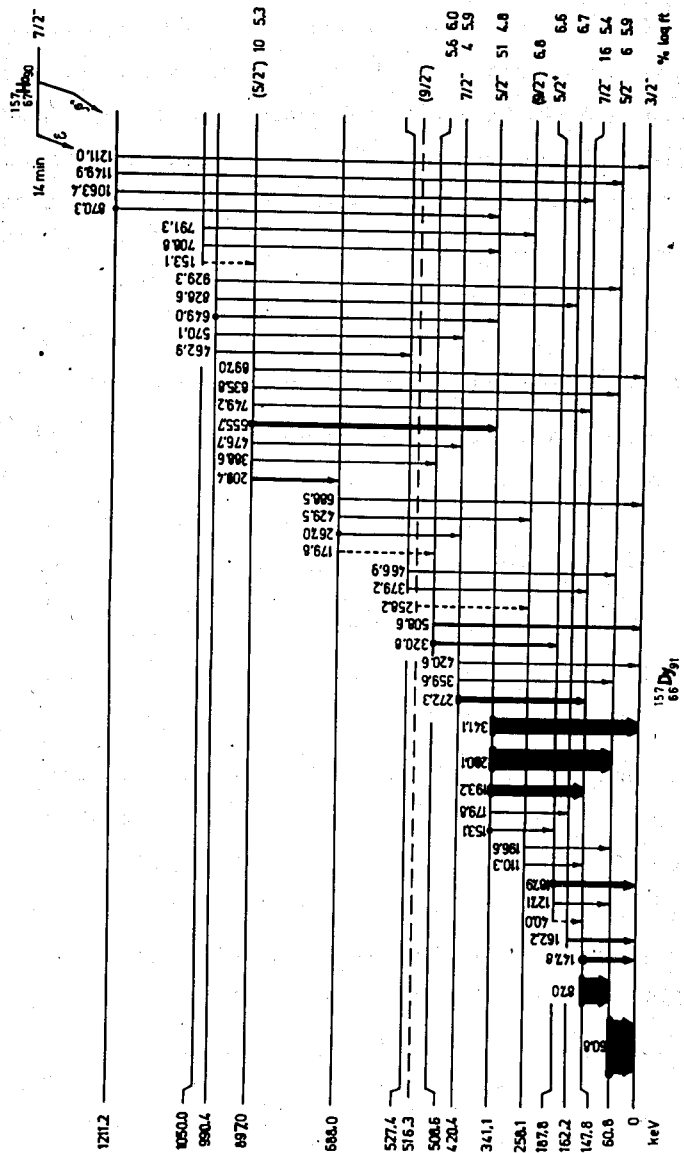


Рис. 2. Схема распада  $^{157}\text{Ho} \rightarrow ^{157}\text{Dy}$ .

а) Возбужденные состояния ротационной полосы основного состояния  $3/2^- /521/$

При исследовании изомерного состояния с энергией 199 кэв ( $11/2^- /505/$ ) в  $^{157}\text{Dy}$  (рис. 2) в работе <sup>/2/</sup> получено, что мультипольности переходов с энергией 61 и 87 кэв типа M1, а перехода с энергией 148 кэв - типа E2. Эти переходы разряжают возбужденные состояния с энергией 148 кэв ( $7/2^-$ ) и 61 кэв ( $5/2^-$ ) ротационной полосы основного состояния  $^{157}\text{Dy}$   $3/2^- /521/$ .

Т. Гротдаль и др. <sup>/1/</sup> при изучении ядерных реакций  $^{158}\text{Dy} (d, t)$   $^{157}\text{Dy}$  и  $^{156}\text{Dy} (d, p)$   $^{157}\text{Dy}$  наблюдали также ротационную полосу основного состояния  $3/2^- /521/$   $^{157}\text{Dy}$  с энергиями 0 кэв ( $3/2^-$ ), 60 кэв ( $5/2^-$ ), 147 кэв ( $7/2^-$ ) и 257 кэв ( $9/2^-$ ). В наших исследованиях при распаде  $^{157}\text{Ho}$  также наблюдаются возбужденные состояния с энергиями 60,8 кэв ( $5/2^-$ ), 147,8 кэв ( $7/2^-$ ) и 258,1 ( $9/2^-$ ) - уровни ротационной полосы основного состояния  $3/2^- /521/$   $^{157}\text{Dy}$ .

б) возбужденные состояния ротационной полосы  $5/2^- /523/$

Т. Гротдаль и др. <sup>/1/</sup> в ( $d, t$ ) и ( $d, p$ ) реакциях наблюдали уровни  $^{157}\text{Dy}$  с энергиями 340 кэв ( $5/2^-$ ), 418 кэв ( $7/2^-$ ) и 517 кэв ( $9/2^-$ ) ротационной полосы  $5/2^- /523/$ . Из анализа спектров гамма-гамма-совпадений и мультипольностей переходов нами введены уровни с энергиями 341,1 кэв ( $5/2^-$ ) и 420,4 кэв ( $7/2^-$ ), члены этой ротационной полосы. Обозначенный пунктирной линией уровень с энергией 515,6 кэв ( $9/2^-$ ), вероятно, является также членом полосы  $5/2^- /523/$ .

в) Уровни с положительной четностью

Из анализа экспериментальных данных нами введен уровень с энергией 187,8 кэв ( $5/2^+$ ). В реакциях ( $d, t$ ) Гротдаль и др. <sup>/1/</sup> наблюдали уровни с энергиями 187 и 209 кэв. Однако о спине и четности этих уровней авторы <sup>/1/</sup> не высказываются.

В соседнем ядре  $^{159}\text{Dy}$  /1,17,18/ наблюдаются уровни положительной четности с энергией 177,6 кэВ ( $5/2^+$ ), 209,0 кэВ ( $7/2^+$ ) и 239,6 кэВ ( $9/2^+$ ). По модели Нильссона эти уровни можно рассматривать как члены ротационной полосы  $5/2^+$  /642/. Из сравнения следует, что наблюдаемые уровни 187 и 209 кэВ в работе /1,17/ и уровнем 187,8 кэВ ( $5/2^+$ ) в наших исследованиях, вероятно, являются членами этой полосы.

г) Другие уровни

Уровни с энергией 162,2; 508,6; 527,4; 688,0; 1050,0 и 1211,2 кэВ пока трудно интерпретировать.

Наблюдаемые уровни 897,0 кэВ ( $5/2^-$ ) и 990,4 кэВ интерпретируются нами как члены ротационной полосы  $5/2^-$  /512/.

В работе /1/ наблюдались также возбужденные состояния с энергией 901, 985 и 1101 кэВ. Двум последним состояниям авторы приписывают квантовые характеристики  $7/2^-$ ,  $5/2$  /512/ и  $9/2^-$ ,  $5/2$  /512/, соответственно.

На рис. 1 приведены основные результаты анализа возбужденных состояний  $^{157}\text{Dy}$ , полученных в наших исследованиях, в реакциях ( $d$ ,  $t$ ), ( $d$ ,  $p$ ) /1/, а также из распада изомерного состояния  $11/2^-$  /505/, полученного в реакции ( $^3\text{He}$ ,  $3n$ ) /2/.

д) Spin основного состояния  $^{157}\text{Ho}$

Непосредственное измерение спина основного состояния методом атомных пучков в работе /19/ дало значение спина  $7/2$ . По модели Нильссона для 67 протона возможными являются состояния либо  $7/2^-$  /523/, либо  $7/2^+$  /404/.

Из анализа схемы распада  $^{157}\text{Ho} \rightarrow ^{157}\text{Dy}$ , значений  $Ig ft$  (рис. 2) следует, что квантовыми характеристиками основного состояния  $^{157}\text{Ho}$  являются  $7/2^-$  /523/.

Из сравнения теоретических значений деформации для  $^{159}\text{Dy}$  и  $^{157}\text{Dy}$  (табл. 3), полученных Ламмом /14/, ожидается аналогичное по-

Таблица 4

Сопоставление одночастичных состояний  $^{157}\text{Dy}$ , наблюдаемых в эксперименте с одночастичными состояниями  $^{159}\text{Dy}$ , рассчитанными в /20/

К <sup>π</sup>	$^{157}\text{Dy}$ (эксп.)		$^{159}\text{Dy}$ (теор. /20/)		
	Наши данные	(d, p) и (d, t) /1/	E <sub>ур</sub> кэв	Структура состояний - %	
	E <sub>ур</sub> кэв	E <sub>ур</sub> кэв			
I	2	3	4	5	
3/2 <sup>-</sup>	0	0	0	3/2 <sup>-</sup> /521/	94
5/2 <sup>+</sup>	188		197	5/2 <sup>+</sup> /642/	97
3/2 <sup>+</sup>		235	240	3/2 <sup>+</sup> /651/	89
5/2 <sup>-</sup>	341	340	290	5/2 <sup>-</sup> /523/	91
3/2 <sup>+</sup>		306	300	3/2 <sup>+</sup> /402/	72
1/2 <sup>+</sup>		388	330	1/2 <sup>+</sup> /400/	63
1/2 <sup>+</sup>			500	1/2 <sup>+</sup> /660/	79
1/2 <sup>-</sup>		464	530	1/2 <sup>-</sup> /521/	55
11/2 <sup>-</sup>	199(a)	199	820	11/2 <sup>-</sup> /505/	99
7/2 <sup>+</sup>			1000	7/2 <sup>+</sup> /633/	64
3/2 <sup>-</sup>		399	1040	3/2 <sup>-</sup> /532/	80
1/2 <sup>-</sup>		555	1100	1/2 <sup>-</sup> /530/	66
5/2 <sup>-</sup>	897	(901)	1200	5/2 <sup>-</sup> /512/	64
7/2 <sup>-</sup>			1270	7/2 <sup>-</sup> /521/+0	87
5/2 <sup>+</sup>			1340	5/2 <sup>+</sup> /400/	68
3/2 <sup>-</sup>			1350	3/2 <sup>-</sup> /521/+0	100

Примечание: а) уровень, наблюдаемый в работе /2/.



Таблица 5

Расчетные значения параметров А и В

Ядро	Квантовые характе- ристики	Е ур кэв	А кэв	В кэв
$^{157}\text{Dy}$	$3/2^-, 3/2^- / 521/$	0	12,0	0,022
	$5/2^-$ "	60,8		
	$7/2^-$ "	147,8		
	$9/2^-$ "	258,1		
	$5/2^-, 5/2^- / 523/$	341,1	10,8	-0,041
$7/2^-$ "	420,4			
$9/2^-$ "	516,3			
$^{159}\text{Dy}/^{160}\text{Dy}$	$3/2^-, 3/2^- / 521/$	0	11,3	-0,005
	$5/2^-$ "	56,6		
	$7/2^-$ "	136,5		
	$9/2^-$ "	236,0		
	$5/2^-, 5/2^- / 523/$	309,6	12,2	-0,003
$7/2^-$ "	395,4			
$9/2^-$ "	505,1			

ведение одночастичных состояний этих ядер. Это подтверждается также экспериментальными результатами. В таблице 4 дано сопоставление одночастичных состояний  $^{157}\text{Dy}$ , полученных в эксперименте, с рассчитанными авторами работы /20/ одночастичными состояниями  $^{159}\text{Dy}$ .

В таблице 5 приведены значения  $A = \frac{\hbar^2}{2J}$  и  $B$  для ротационных полос в  $^{157}\text{Dy}$  и  $^{159}\text{Dy}$ , рассчитанные по формуле

$$E_k(I) = E_k^0 + A [I(I+1) - K^2] + B [I(I+1) - K^2]^2$$

на основе экспериментальных результатов.

Для уровней ротационных полос  $3/2^-$  /521/ и  $5/2^-$  /523/ влияние взаимодействия Корнолиса мало. Матричный элемент взаимодействия, рассчитанный для деформаций  $\epsilon = 0,2$  и  $\epsilon_4 = 0$ , имеет выражение

$$A_{K, K+1} = \frac{\hbar^2}{2J} |\langle K | J - | K+1 \rangle| = -1,339 \frac{\hbar^2}{2J}.$$

Такое значение матричного элемента указывает, что влияние этого взаимодействия на энергетическое расположение уровней рассматриваемых ротационных полос мало.

В заключение авторы считают приятным долгом поблагодарить профессора Г.Н. Флерова за предоставленную возможность проведения ряда экспериментов в Лаборатории ядерных реакций, А.Баланду и К. Круляса за помощь при проведении облучения мишеней, Л. Черны за участие в обработке результатов.

#### Литература

1. T.Grottdal, K.Nybø, B.Elbek. Mat.Fys.Medd.Dan.Vid. Selsk., 37, No. 12 (1970).
2. J.Borggreen, G.Sletten. Nucl.Phys., A143, 255 (1970).

3. A.Gizon, J.Trecherne, J.Valentin. Departament de Physique Nucleaire, Annuaire 1964, Institut du Radium.
4. Ж.Т. Желев, В.Г. Калинин, А.В. Кудрявцева, Н.А. Лебедев, С.П. Макаров, Г. Музиоль, Х. Херрманн. ЯФ, 2, 956 (1965).
5. Ц. Вылов, К.Я. Громов, Я. Зубер, К. Зубер, В.В. Кузнецов, А.В. Потемпа, В.И. Фоминых. Программа и тезисы докладов ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра в Киеве, стр. 120, изд. "Наука", Ленинград (1972).
6. Б.К. Преображенский, О.М. Лилова, А.Н. Добронравова, Е.Д. Тетерин. ЖАХ, 1, 2294 (1956).
7. В.П. Афанасьев и др. Препринт ОИЯИ, 13-4763 (1969).
8. Ц. Вылов, И.Н. Егошин, С. Орманджиев, Б.П. Осипенко, Д. Срнак, Я. Юрковски. Препринт ОИЯИ, 13-6440 (1972).
9. Б. Амов и др. Препринт ОИЯИ, Д6-5783, стр. 185 (1971).
10. Б. Амов и др. Препринт ОИЯИ, Д6-5783, стр. 186 (1971).
11. В.С. Александров и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 34, 69 (1970),
12. В. Гаджоков. ПТЭ, №5, 82 (1970).
13. W.D.Mayers, W.J.Swiatecki. Preprint UCRL-11980 (1965).
14. Inger-Lena Lamm. Nucl.Phys., A125, 504 (1969).
15. D.Bes, Z.Szymanski. Nucl.Phys., 28, 42 (1961).  
Sci.Prog.Oxf. 55, 187 (1967).
16. A.Rosen, C.Ekstrom, H.Nyqvist, K.E.Adelroth. Nucl. Phys., A154, 526 (1970).
17. J.Boutet, J.P.Torres, P.Paris. Nucl.Phys., A167, 326 (1971).
18. К.Я. Громов и др. ЯФ, 4, 1102 (1966).
19. С.Екstrom, Т.Нoreland, М.Оlsmats, В.Вannberg. Nucl. Phys., A135, 289 (1969).
20. L.A.Malov, V.G.Soloviev, S.I.Fedotov. JINR Preprint, E4-5567, Dubna, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел  
4 мая 1972 года.