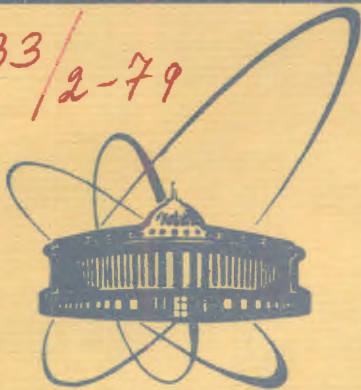


4433/2-79



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

5/11-79

A-139

P6 - 12486

А.А.Абдуразаков, Ц.Вылов, В.Гнатович,
В.М.Горожанкин, К.Я.Громов, В.Звольска,
И.Звольски, Т.А.Исламов, А.Караходжаев,
Г.А.Кононенко, В.В.Кузнецов, В.М.Цупко-Ситников

УРОВНИ ^{155}Dy ИЗ БЕТА-РАСПАДА ^{155}Ho

1979

P6 - 12486

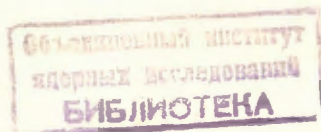
А.А.Абдуразаков,¹ Ц.Вылов, В.Гнатович,²
В.М.Горожанкин, К.Я.Громов, В.Звольска,²
И.Звольски,² Т.А.Исламов,¹ А.Караходжаев,¹
Г.А.Кононенко, В.В.Кузнецов, В.М.Цупко-Ситников

УРОВНИ ¹⁵⁵ Ду ИЗ БЕТА-РАСПАДА ¹⁵⁵ Но

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

¹ Ташкентский государственный университет.

² Институт ядерной физики Чехословацкой академии наук, Ржеж.



Абдуразаков А.А. и др.

P6 - 12486

Уровни ^{155}Dy из бета-распада ^{155}Ho

Исследованы возбужденные уровни ^{155}Dy при бета-распаде ^{155}Ho . Гамма-спектры ^{155}Ho изучались при помощи спектрометров с Ge(Li) -детекторами объемом 0,8 см³ и 38 см³ с разрешением 0,63 и 2,3 кэВ при энергиях 100 и 1332 кэВ, соответственно. Исследование спектров электронов внутренней конверсии выполнено при помощи бета-спектрографов. На установке, созданной на базе тороидального бета-спектрометра и спектрометра с Ge(Li) -детектором, изучены спектры совпадений γ -лучей с электронами L_3 -39,4 кэВ, K-86,8 кэВ и K-136,3 кэВ. Для изучения спектров γ - γ -совпадений использована установка с двумя Ge(Li) -детекторами объемами 41 и 50 см³. Определена полная интенсивность позитронов из наблюдаемого отношения I_{β^+}/I_{K240} . На основе этих данных предлагается схема распада ^{155}Ho . На основе ранее известных теоретических расчетов одночастичных уровней в области ядер N=89 и данных о ядерных реакциях в других изотопах диспрозия, интерпретируется вращательная полоса $1/2^-/521/$ ^{155}Dy .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Abdurazakov A.A. et al.

P6 - 12486

Levels in ^{155}Dy Studied in the ^{155}Ho Beta Decay

The excited levels of ^{155}Dy have been investigated from the ^{155}Ho beta decay. ^{155}Ho gamma-ray single spectra were taken with the 0.8 cm³ and 38 cm³ Ge(Li) detectors (resolution of 0.63 keV at 100 keV and 2.3 keV at 1332 keV, respectively). The internal-conversion electron spectra were studied with the aid of beta spectrographs. The coincidences of gamma-rays with the L_3 -39.4, K-86.8 and K-136.3 keV conversion electrons were investigated using an arrangement based on the thoroidal beta spectrometer and Ge(Li) detector. Two Ge(Li) detectors with the volumes of 41 and 50 cm³ were used to perform gamma-gamma coincidence experiments. Total positron intensity was determined from the observed ratio of I_{β^+}/I_{K240} . On the basis of obtained data, a decay scheme of ^{155}Ho is proposed. Using previously reported theoretical calculations of the one-particle levels in the N=89 nuclei and data found in nuclear reactions on different dysprosium isotopes, the $1/2^- [521]$ rotational band is interpreted in ^{155}Dy .

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Настоящая работа является продолжением исследований распада ^{155}Ho , проводящихся в нашей Лаборатории ^{1/}. Цель работы состоит в уточнении и дополнении предложенной ранее ^{1,2/} схемы распада этого ядра.

Радиоактивные изотопы гольмия мы получали при облучении танталовой мишени протонами с энергией 680 МэВ на синхротроне ОИЯИ. Проводилось радиохимическое выделение изотопов гольмия из облученной мишени ^{3/} и разделение их по массам на электромагнитном масс-сепараторе ^{4/}. Гамма-спектры ^{155}Ho изучались при помощи спектрометров с Ge(Li) -детекторами объемом 0,8 и 38 см³ с разрешением 0,63 и 2,3 кэВ при энергиях 100 и 1332 кэВ, соответственно. Исследование спектров конверсионных электронов выполнено при помощи бета-спектрографов с использованием радиоактивных источников гольмия, полученных после радиохимического выделения. В области $E_e < 210$ кэВ спектры конверсионных электронов измерялись также при помощи безжелезного тороидального бета-спектрометра ^{5/}. На этом же спектрометре измерялся спектр позитронов ^{155}Ho . Для изучения спектров γ - γ -совпадений мы использовали установку с двумя Ge(Li) -детекторами объемами 41 и 50 см³ с трехадресной /амплитуда-амплитуда-время/ записью на магнитные ленты с помощью ЭВМ ИР 2111С ^{6/}. На установке ^{7/}, созданной на базе тороидального бета-спектрометра и спектрометра с Ge(Li) -детектором, изучены спектры совпадений γ -лучей с электронами L_3 -39,4 кэВ, K-86,8 кэВ и K-136,3 кэВ. Полученные нами экспериментальные данные о спектрах γ -лучей и конверсионных электронов даны в табл. 1.

Таблица 1

Данные о γ -переходах при бета-распаде

155No

$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})^{(a)}$	$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})^{(d)}$	I_k	I_{L_1}	I_{L_2}	I_{L_3}	ω_k	Мультипольность	Размещение	
								E_i	E_f
I	2	3	4	5	6	7	8	9	9
9, I(1)			7(M_1)	6(M_2)	$\sim I(M_3)$		MI+E2	234,4	225,3
22, I5(5)			2	0,6 \bar{x}	-		MI+E2		
37, 80(4)			3	$\sim I$	-		(E1)	240,2	202,4
39, 39(2)	26, 5(I3)		90	60	75		MI+E2	39,4	0
45, 38(5)	45(20) \bar{x}		9	4	5		E1	132,2	86,8
47, 37(2)	18(2)		60	12	9		MI+E2	86,8	39,4
49, 52(5)	-		1,2	0,3	-		MI+E2	136,3	86,8
66, 12(3)	1, 31(6)	5	2	1,7 \bar{x}	слож.	3,8	MI+E2	202,4	136,3
74, 33(3)	0, 33(3)	1,2	0,5(M_1)	0,45(M_2)	0,5(M_3)	3,6	MI+E2	(423,3)	349,0
79, 72(5)	0,24(2)	$\sim 0,6\bar{x}$	-	-	-	2,5	MI+E2, E1+M2	-	-
86, 75(2)	6,2(3)	10,3	0,9	7,0	7,2	1,7	E2	86,8	0
88, 26(5)	0,17(4)	1,3	0,15	-	-	7,6	MI	224,6	136,3
91, 35(3)	0,6(I)	2 \bar{x}	-	-	-	3,3	MI	440,3	349,0
92, 22(6)	0,3(I)	сл.	-	-	-	-	-	224,5	132,2
96, 91(2)	8,3(4)	20	3	0,6	0,12	2,4	MI+E2	136,3	39,4

Таблица 1 / продолжение/

I	2	3	4	5	6	7	8	9	9
100, 84(6)		0,6	-	-	-	-	-	325,4	224,5
101, 34(7)	0,8(2)	0,8	-	-	-	-	-	349,0	247,8
102, 16(3)	0,51(6)	1,5	-	-	-	2,9	E1+M2, MI	234,4	132,2
103, 69(2)	17,4(9)	4,6 \bar{x}	0,55	-	-	0,26	E1	240,2	136,3
108, 79(2)	3,7(2)	6	0,7	0,6 \bar{x}	-	1,6	MI	349,0	240,2
111, 47(3)	0,92(6)	0,2 \bar{x}	-	-	-	0,22	E1	247,8	136,3
115, 3(1)	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-
115, 5(1)	6,6(3)	3,6	0,35	1,9 \bar{x}	1,6	0,54	E2	247,8	132,2
123, 10(6)	0,2	$\sim 0,15$	-	-	-	$\sim 0,75$	(MI)	325,3	202,4
124, 54(5)	2,5(1)	0,6	-	-	-	0,24	E1	349,0	224,5
136, 30(2)	40(2)	30	4,4	0,36	0,15	0,75	MI	136,3	0
137, 76(4)	2,5(6)	3,0	0,45	слож.	-	1,2	MI	224,5	86,8
138, 46(4)	7,0(7)	3,0 \bar{x}	0,55	слож.	<0,1	0,43	MI, E2	225,2	86,8
146, 57(2)	5,5(6)	-	-	-	-	-	E1	349,0	202,4
147, 63(6)	0,42(6)	-	-	-	-	-	-	234,4	86,8
149, 24(4)	1,0(I)	-	-	-	-	-	-	557,7	408,5
150, 09(6)	0,4(I)	-	-	-	-	-	-	375,4	225,3
160, 55(5)	-	0,15	-	-	-	-	-	569,2	408,5

Таблица 1 / продолжение /

I	2	3	4	5	6	7	8	9	
160,76(4)	9,3(9)	4 ^ж	0,5	<0,1	<0,1	0,43	MI(+E2)	408,5	247,8
160,82(5)	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
161,08(8)	-	0,15	-	-	-	-	-	247,8	86,8
163,02(2)	7,9(4)	3,5	слон.	-	-	0,44	MI, E2	202,4	39,4
185,13(2)	18(1)	7	0,8	0,1	-	0,39	MI	224,5	39,4
185,89(2)	2,7(2)	0,6	-	-	-	0,22	E2	225,3	39,4
189,09(2)	2,0(2)	0,65	-	-	-	0,32	MI	325,4	136,3
200,17(2)	3,4(3)	0,6	-	-	-	0,17	E2	440,3	240,2
200,86(7)	12,2(5)	0,6	-	-	-	0,05	EI	240	39,39
202,41(2)	13,6(7)	3,5	0,5	<0,05 ^ж	<0,05	0,26	MI	202,4	0
206,08(8)	1,5 ^ж	<0,1	-	-	-	0,07	EI	408,5	202,4
206,52(2)	4(1)	0,3 ^ж	-	-	-	0,058	EI	557,8	351,3
208,41(2)	12,9(6)	0,45	-	-	-	0,036	EI	247,8	39,4
212,70(2)	3,4(2)	0,18	-	-	-	0,054	EI	349,0	136,3
215,03(2)	2,1(1)	0,1	-	-	-	0,047	EI	440,3	225,2
218,93(2)	11,4(6)	1,5	0,1 ^ж	0,1 ^ж	0,08	0,13	E2	351,3	132,2
224,55(2)	1,2(4)	0,15	-	-	-	0,12	E2	224,5	0
238,54(9)	0,5(2)	0,05	-	-	-	0,1	MI, E2	325,4	86,8

Таблица 1 / продолжение /

I	2	3	4	5	6	7	8	9	
240,19(2)	100(5)	2,56	0,35	0,06	0,08	0,0256 ^e	EI	240,2	0
243,55(3)	2,3(3)	0,4	-	-	-	0,17	MI	483,7	240,2
247,77(2)	12,4(6)	0,3	-	-	-	0,025	EI	247,8	0
259,09(7)	1,9(1)	<0,1	-	-	-	<0,05	EI	483,7	224,5
262,23(3)	9,0(10)	0,16	-	-	-	0,018	EI	349,0	86,8
264,35(14)	1,3(2)	-	-	-	-	-	-	351,3	86,8
266,4(1)	<2,6	0,1	-	-	-	-	-	-	-
272,22(2)	5,7(10)	0,1	-	-	-	0,018	EI	408,5	136,3
281,22(8)	1,1(1)	0,06	-	-	-	0,054	E2	-	-
286,02(2)	5,0(3)	0,5	0,1	0,025	-	0,10	MI	325,4	39,4
288,64(4)	4,7(4)	0,5	0,04	0,02	-	0,11	MI	375,4	86,8
304,02(2)	3,1(2)	<0,05	-	-	-	<0,016	EI	440,3	136,3
309,65(4)	7,7(7)	0,07 ^ж	-	-	-	0,009	EI	349,0	39,4
311,85(3)	4,3(4)	0,08	-	-	-	0,019	EI	351,3	39,4
321,31(6)	5,4(3)	0,09	-	-	-	0,017	EI	569,2	247,78
325,40(2)	22(1)	1,8	0,2	0,025	-	0,08	MI	325,4	0
336,02(3)	3,7(4)	0,2	-	-	-	0,055	MI, E2	375,4	39,4

Таблица 1 /продолжение/

I	2	3	4	5	6	7	8	9
343,50(7)	6,3(9)	0,5	0,06	-	-	0,081	MI	382,9
344,18(8)	5,6(8)	0,33	0,06	-	-	0,061	MI	752,7
348,99(3)	5,6(3)	0,05	-	-	-	0,0092	EI	349,0
353,49(9)	1,5(9)	0,02	-	-	-	0,014	EI	440,3
369,10(10)	6,5(3)	0,04	-	-	-	-	-	408,5
369,30(10)		0,2	0,025	-	-	0,032	E2, MI	456,2
373,26(4)	3,2(3)	-	-	-	-	-	-	-
377,6(2)	0,8(2)	-	-	-	-	-	-	-
382,88(14)	4,5(5)	0,26	0,03	-	-	0,059	MI	382,9
383,95(14)	7,9(8)	$\leq 0,06^{\text{ж}}$	-	-	-	$\leq 0,01$	EI	(423,3
391,15(10)	1,3(2)	0,038	-	-	-	0,029	E2	-
397,14(15)	1,4(2)	$\sim 0,015$	-	-	-	$\sim 0,01$	EI	483,74
408,58(2)	9,9(5)	0,07	-	-	-	0,0072	EI	408,6
416,84(3)	2,7(2)	0,25	0,04	-	-	0,096	MI	456,2
420,97(3)	5,6(3)	0,20	-	-	-	0,037	MI	-
430,70(14)	1,05(10)	-	-	-	-	-	-	-
439,71(33)	4,2(2)	0,30	-	-	-	0,073	MI	-
444,3(1)	0,4(1)	$\sim 0,015$	-	-	-	$\sim 0,037$	MI	-

Таблица 1 /продолжение/

$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})$ кэВ	$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$	I_K	λ_K	Мульти- польность	Размещение	
					E_i	E_f
1	2	3	4	5	6	
448,98(3)	5,9(3)	0,37	0,064	MI	449,0	0
456,23(4)	5,6(3)	0,18	0,033	MI	456,2I	0
460,73(5)	4,8(3)	0,17	0,036	MI	-	-
476,42(9)	3,2(2)	0,06	0,019	E2, MI	-	-
478,2(2)	5,2(3)	0,02	-	-	702,5	224,5
479,13(4)		0,25	0,049	MI	-	-
493,3(3)	1,10(II)	0,015	0,014	E2	902,1	408,5
495,3(3)	1,10(II)	0,01	0,0093	E2	-	-
502,9(3)	1,0(5)	-	-	-	-	-
515,62(7)	3,4(3)	0,07	0,021	MI	-	-
518,43(15)	1,2(5)	$< 0,02$	$< 0,017$	-	557,8	39,4
523,66(5)	1,87(14)	0,06	0,033	MI	-	-
529,4(3)	0,7(2)	0,02	0,029	MI	-	-
533,1(3)	0,5(2)	0,02	0,04	MI	-	-
536,6(1)	0,76(8)	0,02	0,027	MI	-	-
542,50(7)	0,97(16)	0,015	0,015	E2, MI	-	-
554,0(2)	-	0,015	-	-	-	-
555,9(2)	2,8(3)	0,02	-	-	-	-
557,6(2)		0,025	-	-	557,8	0
566,28(4)	2,73(14)	0,045	0,017	MI	-	-
569,2(2)	2,3(8)	0,02	0,0087	E2, MI	569,2	0
576,74(10)	0,89(9)	0,01	0,012	EI, E2	-	-
599,22(15)	0,8(3)	0,015	0,018	MI	-	-
615,7(3)	3,2(4)	0,010	0,0032	EI	-	-
616,2(4)	0,8(3)	$< 0,005^{\text{ж}}$	$< 0,006$	EI	752,7	136,3
623,9(3)	0,6(2)	-	-	-	-	-

В табл. 2 представлены результаты изучения γ - γ и e - γ -совпадений. В области до 1333 кэВ мы в дополнение к работе^{1/2/} наблюдаем 28 новых переходов. В области выше 1333 кэВ спектр γ -лучей изучен впервые. Для ряда переходов впервые определены мультипольности /табл. 1/.

Таблица 1 /продолжение/

1	2	3	4	5	6	
648,45(8)	0,99(I3)	0,015	0,015	MI	-	-
654,16(9)	I,8(2)	0,01	0,0057	-	902,0	247,8
659,6(2)	I,3(2)	-	-	-	I2I7,8	557,8
687,19(10)	I,II(9)	0,01	0,0092	MI, E2	-	-
689,07(II)	0,98(I3)	-	-	-	-	-
692,29(12)	0,97(10)	-	-	-	-	-
699,50(I5)	I,22(10)	0,005	0,0042	E2, EI	902,0	202,4
752,5(4)	-	0,0014	-	-	752,5	0
765,85(7)	I,82(II)	0,01	0,0056	E2, EI	902,0	I36,3
768,72(6)	2,0(10)	0,005	0,0026	EI, (E2)	-	-
791,75(8)	I,15(10)	0,007	0,0062	E2, MI	-	-
802,94(6)	2,6(2)	0,005	0,002	EI	-	-
825,5(3)	I,6(2)	0,005	0,0031	E2, MI	-	-
828,4(2)	I,2(2)	0,004	-	-	-	-
834,85(9)	I,7(4)	0,004	0,0024	EI (E2)	I2I7,8	382,9
867,6(2)	I,2(2)	0,004	0,0035	E2, MI	-	-
872,42(12)	I,0(2)	0,001	0,0013	EI	-	-
875,40(12)	I,2(2)	0,0014	0,0012	EI	-	-
892,2(2)	4,3(5)	0,0054	0,0013	EI	I2I7,8	325,4
897,14(7)	8,0(4)	0,0056	0,0007	EI	I033,5	I36,3
902,03(II)	2,6(2)	-	-	-	902,0	0
955,09(I4)	0,8(2)	0,0015	0,0018	EI, (E2)	-	-
994,10(7)	6,0(5)	0,0046	0,0008	EI	I033,5	39,4
1010,8(3)	I,3(2)	-	-	-	-	-
1015,35(6)	4,8(4)	0,003	0,006	EI	I2I7,8	202,4
1027,9(2)	I,1(4)	0,0026	0,0024	-	-	-
1033,47(4)	8,5(4)	0,0056	0,0007	EI	I033,5	0
1057,2(2)	I,3(2)	0,0015	0,0012	EI	-	-

Таблица 1 /продолжение/

1	2	3	4	5	6	
I081,40(6)	5,5(5)	0,0047	0,0009	EI	I2I7,8	I36,3
II78,39(4)	4,5(2)	0,0025	0,0006	EI	I2I7,8	39,4
I2I8,0(3)	I,18(I4)	-	-	-	I2I7,8	0
I259,2I(9)	I,2(2)	-	-	-	-	-
I270,95(I4)	I,1(2)	0,0013	0,0013	-	-	-
I327,48(7)	I,60(I2)	0,0015	0,0010	EI, E2	-	-
I332,63(I2)	0,9I(I2)	0,0015	0,0017	-	-	-

Таблица 1 /продолжение/

$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})_{\text{каВ}}$		$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$		$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})_{\text{каВ}}$		$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$	
1	2	1	2	1	2	1	2
I371,9(4)	0,99(9)	I708,3(5)	0,8(3)				
I398,0(6)	0,7(2)	I883,0(I5)	I,1(4)				
I471,1(3)	0,56(II)	I935,3(3)	I,1(3)				
I476,5(5)	0,6(2)	I939,7(2)	I,3(2)				
I504,8(4)	0,6(2)	I943,0(3)	0,8(2)				
I516,6(3)	0,5(2)	I972,8(3)	I,1(2)				
I530,2(2)	I,0(2)	I994,7(2)	0,9(2)				
I535,9(2)	I,1(2)	2018,9(2)	I,7(4)				
I540,0(2)	I,2(2)	2045,0(2)	0,65(I5)				
I613,6(2)	I,7(3)	2063,5(2)	I,3(2)				
I672,5(3)	0,7(2)	2069,2(I)	2,1(5)				
I679,4(4)	0,5(2)	2113,2(2)	I,2(2)				
I693,6(2)	0,7(2)	2128,6(2)	I,1(3)				
I696,0(3)	0,6(2)	2150,3(2)	I,8(2)				
I700,7(2)	I,0(2)	2167,8(2)	I,0(2)				

Таблица 1 (продолжение)

I	2	I	2
2170,7(2)	1,2(2)	2207,3(2)	1,2(2)
2182,1(2)	0,6(2)	2218,5(3)	0,6(2)
2184,6(2)	0,5(2)	2222,1(4)	0,7(2)
2192,1(2)	1,4(2)	2241,3(1)	3,5(2)
2200,9(1)	1,8(2)		

ПРИМЕЧАНИЕ :

а) Энергия перехода в кэВ $E_{\gamma} (\Delta E_{\gamma}) = E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$.

б) Интенсивность γ -излучения в относительных единицах

$$I_{\gamma} (\Delta I_{\gamma}) = I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}.$$

в) Интенсивность определена из данных по γ - γ совпадениям.

д) Линия не разрешается от K_{d2} ^{155}Dy . Её интенсивность была определена из экспериментальных данных

$$I_{K_{d1}} = 306 \pm 30, \quad I_{K_{d2}} + I_{\gamma 45,4} = 207 \pm 20$$

п известного отношения $K_{d2}/K_{d1} = 0,53$.

е) Мультипольность перехода определяется из отношений интенсивностей K -, L_1 -, L_2 - и L_3 -линий. Значение $\alpha_K(EI)$ принято по [14] и использовано для связи шкал интенсивностей γ -лучей и конверсионных электронов.

ж) Интенсивность получена при разложении сложной линии.

На основе этих данных мы предлагаем схему распада ^{155}Ho /рис. 1/. Размещение γ -переходов в схеме распада дано в табл. 1. При построении схемы распада использованы результаты изучения ядерных реакций в работах [8,9]. Большинство переходов с энергией меньше 420 кэВ размещено в схеме распада. Суммарная интенсивность неразмещенных переходов не превышает 12% от числа распадов ^{155}Ho .

Таблица 2

γ - γ и e - γ -совпадения при распаде ^{155}Ho

Окно E_{γ} (кэВ)	Энергии совпадающих γ -переходов (относительные интенсивности совпадений)				
87	138(6 \pm 3)	161(13 \pm 6)	262(7,7 \pm 3,5)	369(3 \pm 1)	
97	104(32 \pm 15)	189(3,3 \pm 0,6)	213(3,1 \pm 1,5)	272(6 \pm 2)	304(4,5 \pm 1,9)
104	97(32 \pm 15)	136(100 \pm 20)	200(5,5 \pm 2,7)		
109	240(22 \pm 5)				
136	104(100 \pm 20)	189(10 \pm 3)	213(12 \pm 3)	272(23 \pm 3)	304(13 \pm 3)
	421(27 \pm 13)	897(48 \pm 14)	1081(21 \pm 5)		
147	163(11 \pm 3)	202(15 \pm 3)			
149	272(3,6 \pm 1,1)	408(6 \pm 2)			
160-161	87(13 \pm 6)	160(10 \pm 2)	208(9 \pm 3)	248(12 \pm 4)	272(6 \pm 3)
	408(6 \pm 2)				
163	147(11 \pm 3)	206(6 \pm 2)	1015(14 \pm 7)		
185	125(16 \pm 4)	479(13 \pm 8)			
189	97(3,3 \pm 0,6)	136(10 \pm 3)			
200-202	147(15 \pm 3)	200(3,3 \pm 1,5)	206(4,4 \pm 1,8)	240(18 \pm 4)	1015(17 \pm 6)
	104(5,5 \pm 2,1)				
206-208	160(9 \pm 3)	163(6 \pm 2)	264(4,3 \pm 1,6)	219(11 \pm 3)	312(8 \pm 2)
	321(8 \pm 3)	654(4,2 \pm 1,8)			
213-215	97(3,1 \pm 1,5)	136(12 \pm 3)			
219	206(11 \pm 3)				
240	109(22 \pm 5)	200(18 \pm 4)	243(17 \pm 6)		
243	240(17 \pm 6)				
248	160(12 \pm 4)				
262-264	87(7,7 \pm 3,5)	206(4,3 \pm 1,6)			
272	97(6 \pm 2)	136(23 \pm 3)	149(3,6 \pm 2,1)	160(12 \pm 6)	344(5,1 \pm 2,2)
	493(6 \pm 3)				
304	97(4,5 \pm 1,9)	136(13 \pm 3)			
312	206(8 \pm 2)				
321	208(8 \pm 3)				
325	892(14 \pm 3)				
344	272(5,1 \pm 2,2)	408(9 \pm 3)			

Таблица 2 (продолжение)

369	87(3 \pm 1)			
408	149(6 \pm 2)	160(5,8 \pm 1,9)	344(9 \pm 3)	493(9 \pm 3)
421	136(27 \pm 13)			
479	185(13 \pm 8)			
493	272(6 \pm 3)	408(9 \pm 3)		
654	208(4,2 \pm 1,8)			
892	325(14 \pm 3)			
897	136(48 \pm 14)			
1015	163(14 \pm 7)	202(17 \pm 6)		
1081	136(21 \pm 10)			

Линия ЭВК	Энергии совпадающих γ -переходов (относительные интенсивности совпадений)				
	97(28 \pm 3)	104(17 \pm 3)	115(6 \pm 2)	125(9 \pm 3)	
	138(34 \pm 6)	160(22 \pm 6)	163(20 \pm 6)	185(67 \pm 9)	189(17 \pm 6)
	200(42 \pm 6)	208(53 \pm 9)	212(4 \pm 2)	215(6 \pm 2)	219(9 \pm 2)
	262(28 \pm 6)	272(9 \pm 4)	286(18 \pm 4)	304(7 \pm 2)	309(25 \pm 6)
L ₃ 39	312(11 \pm 6)	336(14 \pm 6)	344(25 \pm 6)	347(7 \pm 3)	353(8 \pm 3)
	369(11 \pm 3)	373(8 \pm 3)	377(6 \pm 2)	383(22 \pm 3)	416(9 \pm 3)
	421(11 \pm 6)	439(14 \pm 3)	460(14 \pm 3)	476(9 \pm 4)	478(9 \pm 4)
	479(9 \pm 3)	554(9 \pm 4)	615(7 \pm 4)	654(9 \pm 4)	892(11 \pm 6)
	897(9 \pm 4)	994(20 \pm 6)	1015(7 \pm 4)	1178(22 \pm 11)	
K 87	104(3 \pm 1)	115(3 \pm 1)	138(5 \pm 1)	161(2 \pm 0,5)	
	262(7 \pm 2)	289(6 \pm 2)	369(8 \pm 3)		

Таблица 2 (продолжение)

	66(12 \pm 6)	104(40 \pm 10)	111(1,3 \pm 0,6)	124(1,5 \pm 0,6)	
	146(3,3 \pm 0,8)	149(1,5 \pm 0,6)	161(1,6 \pm 0,5)	189(6,0 \pm 1,3)	
K 136	206(2,2 \pm 0,8)	213(8 \pm 2)	215(2 \pm 1)	243(2 \pm 1)	272(18 \pm 3)
	304(10 \pm 2)	421(6 \pm 2)	566(7 \pm 3)	766(9 \pm 3)	897(21 \pm 5)
	1081(22 \pm 7)				

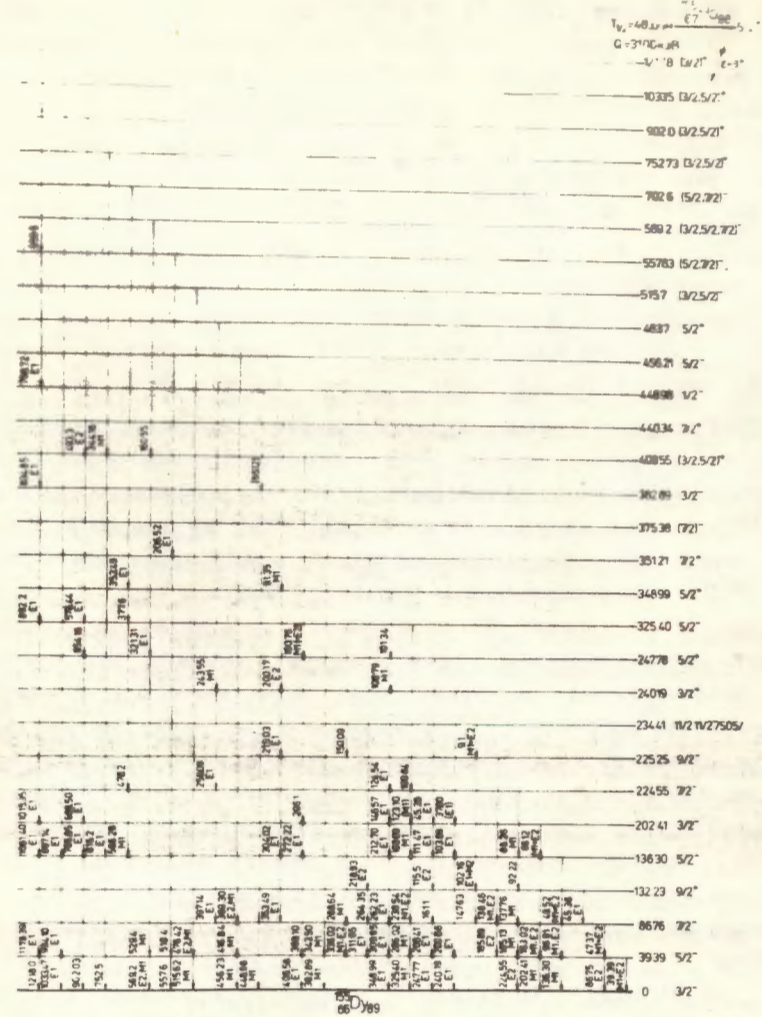


Схема распада ^{155}Dy No - ^{155}Dy . Гамма-переходы, идущие с данного уровня ^{155}Dy , изображены одной вертикальной линией. Каждый отдельный гамма-переход обозначается стрелкой у уровня, на который происходит этот переход. Черными кружками отмечены наблюдаемые случаи совпадений.

Торрес и др.^{/2/}, изучая спектр позитронов при распаде ^{155}Ho , установили, что позитронный распад идет главным образом на уровень $240,2 \text{ кэВ}$ с $I^\pi = 3/2^+$ и что разность масс $^{155}\text{Ho} - ^{155}\text{Dy}$ равна $3100 \pm 20 \text{ кэВ}$. Согласно^{/10/}, значение спина основного состояния $^{155}\text{Ho} - 5/2$. Таким образом, нельзя исключить β^+ -распад и на другие возбужденные уровни с $I = 3/2, 5/2, 7/2$, а также на основное состояние ^{155}Dy с $I^\pi = 3/2^-$. Мы определяли полную интенсивность позитронов при распаде ^{155}Ho из наблюдаемого отношения $I_{\beta^+}/I_{K240} = 16 \pm 3$, отсюда $I_{\beta^+} = 40 \pm 3$ /в ед. абсл. I/. Используя определенную нами интенсивность K_x -рентгеновского излучения и данные об интенсивностях конверсионных электронов, получаем значение $I_\epsilon = 610 \pm 80$ при распаде ^{155}Ho . Таким образом, полное /100%/ число распадов равно $I_\epsilon + I_{\beta^+} = 650 \pm 80$ /в ед. абсл. I/. С другой стороны, сумма интенсивностей γ -переходов, приводящих в основное состояние ^{155}Dy , составляет 650 ± 100 . Совпадение обоих значений указывает на то, что в основное состояние ^{155}Dy идет малая доля распадов ^{155}Ho . На основе баланса интенсивностей γ -переходов мы рассчитывали вероятности распада ^{155}Ho на возбужденные уровни ^{155}Dy .

Ядро ^{155}Dy имеет 89 нейтронов и находится на границе области деформированных ядер. Следует ожидать, что структура возбужденных состояний этого ядра является сложной.

Согласно работам^{/1,9,11/}, нижайшее состояние аномальной полосы уровней с положительной четностью находится при энергии $132,2 \text{ кэВ}$ и имеет характеристики $I^\pi = 9/2^+$. Низколежащие уровни $E < 1 \text{ МэВ}$ с положительной четностью в ^{155}Dy неплохо описываются^{/9/} в рамках модели Нильссона с учетом взаимодействия Корнолиса и смешивания типа $\Delta N = -2$. Основной вклад в структуру этих уровней дают состояния оболочек $i_{13/2} (1/2 [660]; 3/2^+/651; 5/2^+/642)$, $s_{1/2} (1/2^+/400)$ и $d_{3/2} (3/2^+/402)$. Получено^{/9/} удовлетворительное согласие измеренных и вычисленных энергий уровней. Ввиду очень сильного смешивания, особенно между состояниями с $N=6$, трудно определить детальную структуру отдельных уровней.

В нашей работе подтверждается возбуждение при бета-распаде наблюдаемых в^{/1,2/} уровней с положительной четностью: $132,23 \text{ кэВ}, 9/2^+$; $240,19 \text{ кэВ}, 3/2^+$; $247,78 \text{ кэВ}, 5/2^+$; $348,99 \text{ кэВ}, 5/2^+$; $351,21 \text{ кэВ}, 5/2, 7/2^+$ и $408,55 \text{ кэВ}, 3/2, 5/2^+$. По нашим

данным о конверсионных электронах, переход $22,15 \text{ кэВ}$ не чистый Е2, что исключает введенный в^{/1/} уровень $154,4 \text{ кэВ}, 13/2^+$. Согласно расчетам^{/9/}, уровни со спином $7/2$ имеют энергию 461 и 524 кэВ . Введенный нами уровень $440,34 \text{ кэВ}, 7/2^+$ является, по-видимому, одним из этих состояний. Уровень $483,7 \text{ кэВ}, 5/2^+$, обнаруженный нами, можно отождествить с состоянием $5/2^+$, которое в работе^{/9/} наблюдалось при энергии 483 кэВ /расчетное значение 527 кэВ . Уровень $902,05 \text{ кэВ}, 3/2, 5/2^+$ можно, очевидно, отождествить с уровнем со спином $5/2$, энергия которого, согласно расчету^{/9/}, равна 905 кэВ .

В работе^{/2/} предполагается, что основное состояние ^{155}Ho , $5/2^+$ можно интерпретировать как $5/2^+/402$. В этом случае бета-распад на уровни $240,2 \text{ кэВ}, 3/2^+$ и $349,0 \text{ кэВ}, 5/2^+$, в которых, по расчетам^{/9/}, вклад компоненты волновой функции состояния $3/2^+/402$ преобладает /95% и 75%, соответственно/, должен быть быстрым ($\lg ft \leq 5$). Этого на опыте не наблюдается ($\lg ft = 6,1$ и $6,4$, соответственно). Отсюда следует сделать вывод, что или, в противоречии с расчетами^{/9/}, вклад орбитали $3/2^+/402$ в рассматриваемые состояния ^{155}Dy мал, или основное состояние ^{155}Ho ($N=88$) нельзя интерпретировать как орбиталь $5/2^+/402$ с деформацией $\delta = 0,15 \div 0,20$.

Некоторые трудности возникают при попытках однозначно интерпретировать низколежащие уровни отрицательной четности. Основное состояние ^{155}Dy имеет $I^\pi = 3/2^-$. Первый и второй возбужденные уровни $39,39 \text{ кэВ}, 5/2^-$ и $86,76, 7/2^-$ можно рассматривать как уровни вращательной полосы основного состояния. Следуя стандартной схеме Нильссона, основному состоянию следовало бы приписать характеристики $3/2^-/521$ при деформации $\delta = 0,2$. В работе^{/12/}, однако, показано, что в области $A < 150$ при малых деформациях схема одночастичных уровней сильно зависит от массового числа A и для ядер с $N=89$ надо использовать модифицированную схему Нильссона с параметрами μ и κ , установленными полуэмпирическим путем. Согласно этой схеме, основное состояние ядер с $N=89$ должно быть $3/2^-/532$. Однако в этом случае при распаде ^{155}Dy должен был бы наблюдаться разрешенный незадержанный бета-переход в состояние $227 \text{ кэВ}, 5/2^-/532/^{155}\text{Dy}$. Помимо этого, идентификация основного состояния ^{155}Dy как орбиталь $3/2^-/532$ не лучшим образом объясняет сечения образования уровней полосы

основного состояния в (d, t) -реакции по сравнению с объяснением при предположении, что основное состояние типа $3/2^-/521/^{B/}$.

По расчетам с использованием модифицированной схемы Нильссона с учетом взаимодействия Корнолиса уровни 136,3 кэВ, $5/2^-$ и 202,4 кэВ, $3/2^-$ являются почти чистыми состояниями полосы $3/2^-/521/$. При такой структуре уровней можно было бы объяснить экстремально большое значение $B(E2)$ для перехода между уровнями 202,4 и 136,3 кэВ ^{1/}.

В стандартной схеме Нильссона состояния 136,3 кэВ, $5/2^-$ и 202,4 кэВ, $3/2^-$ следует интерпретировать как орбитали $5/2^-/523/$ и $3/2^-/532/$, соответственно, а уровни 224,5 кэВ, $7/2^-$ и 325,4, $5/2^-$ - как их первые вращательные состояния ^{2,9/}. В ^{2/} проведен расчет с учетом Корнолисова смешивания уровней полос, основанных на состояниях $3/2^-/521/$, $5/2^-/523/$ и $3/2^-/532/$. Мы использовали волновые функции работы ^{2/} для расчета отношений интенсивностей γ -переходов типа M1 с уровнем 202,4 и 325,4 кэВ. Обнаружены значительные расхождения с нашими экспериментальными данными.

В ядре с числом нейтронов 89 выше состояний $3/2^-/521/$, $3/2^-/532/$ и $5/2^-/523/$ следует ожидать состояния $1/2^-/530/$ и $1/2^-/521/$. На основе наших данных и данных о ядерных реакциях ^{8/} можно предположить, что уровни с энергией 449,0 кэВ, $1/2^-$; 515,7 кэВ, $3/2^-$; 557,8 кэВ, $5/2^-$ и 702,6 кэВ, $7/2^-$ принадлежат к полосе $1/2^-/521/$. Параметр инерции этой полосы $A = 14,5$ кэВ, параметр развязки $a = 0,44$. Значения A и a согласуются со значениями их в ядрах диспрозия с $A = 157, 159, 161$ ^{8/}, где $A = 12,8; 12,3$ и $11,5$ кэВ и $a = 0,48; 0,43$ и $0,48$, соответственно. Уровень с $1^\pi = 3/2^-$ полосы $1/2^-/530/$ мы, как и авторы работ ^{8,9/}, обнаружили при энергии 382,9 кэВ, а уровень с $1^\pi = 5/2^-$ мы предполагаем при энергии 456,2 кэВ.

Авторы глубоко признательны Н.А.Лебедеву за выполнение радиохимических приготовлений гольмия из облученных мишеней, Ю.В.Юшкевичу, И.И.Громовой и М.Яхиму за проведение сепераций изотопов гольмия и В.Г.Калиникову за содействие в организации экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, Р6-11768, Дубна, 1978.
2. Torres J.P. et al. Nucl. Phys., 1972, A189, p.609.
3. Молнар Ф., Халкин В.А., Херрманн Э. ЭЧАЯ, 1973, т.4, вып. 4, с.1077.
4. Афанасьев В.П. и др. ОИЯИ, 13-4763, Дубна, 1969.
5. Громов К.Я. Сб. Прикладная ядерная спектроскопия. Атомиздат, М., 1978, вып. 8, с.59.
6. Андрейчев В. и др. ОИЯИ, Р13-11312, Дубна, 1977.
7. Кузнецов В.В. и др. ОИЯИ, Д6-11574, Дубна, 1978, с.148.
8. Grotdal T., Nybo K., Elbek B. Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk. 1970, 37, p.12.
9. Straume O., Burke D.G., Thorsteinsen T.F. Can. J.Phys., 1976, 54, p.1258.
10. Ekstrom C. et al. Nucl. Phys., 1969, A135, p.289.
11. Hjort S.A., Klamra W. USIP Report 74-21, 1974.
12. Guttormsen M. et al. Nucl. Phys., 1978, A298, p.122.
13. Barat J.L., Theherne J. Nucl. Phys., 1973, A199, p.386.
14. Hager R.S., Seltzer E.C. Nuclear Data Tables, 1968, A4, p.1.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 мая 1979 года.