

B-926



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

4654/2-81

14/9-81

6-81-424

Ц.Вылов, В.М.Горожанкин, К.Я.Громов,  
В.Г.Калинников, Т.Крецу, В.В.Кузнецов

ИЗУЧЕНИЕ РАСПАДА  $^{159}\text{Ho} \rightarrow ^{159}\text{Dy}$

Направлено в "Известия АН СССР" /сер. физ./

1981

## ВВЕДЕНИЕ

Свойства возбужденных состояний  $^{159}\text{Dy}$  исследовались многими авторами как в ядерных реакциях, так и при изучении распада  $^{159}\text{Ho}$ . В обзоре работ, проведенном Ли и Ричем/1/, детально проанализирована совокупность всех сведений, известных до 1979 г., и обобщены свойства возбужденных состояний  $^{159}\text{Dy}$  на основе результатов экспериментальных работ.

Однако вследствие невысокой точности экспериментальных результатов авторами ранних работ, в том числе и/2/, не удалось разместить в схеме распада  $^{159}\text{Ho}$  приблизительно треть обнаруженных в измерениях переходов. Помимо этого наши предварительные измерения/3/ показали, что к распаду  $^{159}\text{Ho}$  можно отнести значительно большее число переходов, чем было известно в/2/. Это побудило нас продолжить исследования распада  $^{159}\text{Ho}$  с целью уточнения схемы распада и свойств возбужденных состояний  $^{159}\text{Dy}$ .

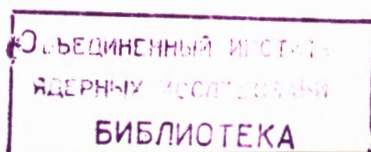
## УСЛОВИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Источники  $^{159}\text{Ho}$  получались в результате разделения на электромагнитном масс-сепараторе гольмия, химически выделенного/4/ из мишени тантала, облученной пучком протонов с энергией 660 МэВ. При проведении настоящих исследований использованы комплекс аппаратуры и методические разработки, описанные в работах/5,6/.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Период полураспада определен на основе измерения спада интенсивности  $\gamma$ -лучей  $^{159}\text{Ho}$  по отношению к  $\gamma$ -лучам нуклидов с существенно большими периодами полураспада ( $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{139}\text{Ce}$ ). Измерения проводились при помощи спектрометра с  $\text{Ge(Li)}$ -детектором объемом  $0,8 \text{ см}^3$  в неизменных геометрических условиях и с равными интервалами времени между экспозициями. Полученное значение  $T_{1/2} = 33,05 \pm 0,11$  мин существенно уточняет ранее известное/7/:  $33 \pm 1$  мин.

Позитронное излучение  $^{159}\text{Ho}$  наблюдалось нами впервые, и предварительные результаты о нем опубликованы в/8/. На  $\beta$ -спектрометре с тороидальным магнитным полем проведено 6 измерений спектров позитронов с использованием двух источников  $^{159}\text{Ho}$ , введенного при помощи электромагнитного масс-сепаратора в алюми-



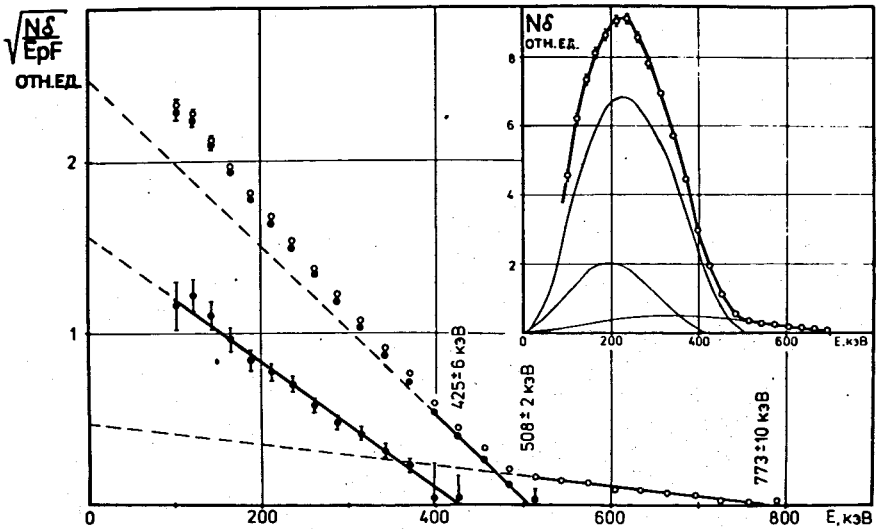


Рис. 1. Аппаратурный спектр и график Ферми-Кюри позитронного излучения  $^{159}\text{Ho}$ , измеренного при помощи безжелезного бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем.

зированную майларовую фольгу с толщиной алюминиевого слоя  $680 \text{ мкг/см}^2$ . Обработка экспериментальных спектров позитронов позволила выделить три компонента /рис. 1, табл. 1/. При анализе результатов и схемы возбужденных состояний  $^{159}\text{Ho}$  установлены уровни, заселяемые позитронами. Это позволило экспериментально найти величину энергии распада  $^{159}\text{Ho}$ :

$$Q_{\beta^+} = 1838 \pm 3 \text{ кэВ.}$$

Характеристическое КХ-излучение,  $\gamma$ -лучи и электроны внутренней конверсии /ЭВК/ измерялись с учетом всех требований методических разработок, изложенных в /5/ и /6/. Типичные аппаратные спектры  $\gamma$ -лучей и ЭВК приведены нами в /9/. Экспериментальные результаты, полученные при обработке спектров излучений  $^{159}\text{Ho}$ , сведены в табл. 2 и 3. Из 108  $\gamma$ -переходов, приведенных в табл. 2, 48  $\gamma$ -переходов наблюдаются впервые; для 64 переходов установлена мультипольность  $\gamma$ -излучения. В наших измерениях не подтверждены семь переходов с энергиями 88,3; 166,0; 667,9; 816,7; 1333,1 и 1461,0 кэВ, наблюдавшиеся в /2/. Следует заметить, что верхний предел интенсивностей этих переходов по крайней мере на порядок ниже значений, приведенных в /2/.

Таблица 1

Сведения о позитронном излучении при распаде  $^{159}\text{Ho}$

$\beta^+$ кэВ	$I_{\beta^+}/I_{\gamma}$ 25%,9	$I_{\beta^+}$ % / расст.	$E_{\beta^+}$ кэВ	$E_{\beta^+}^2 \Omega_{\beta^+} / \text{МэВ}^2 \text{V}$	$\epsilon/\rho^+$	$Z^2/Z^+$	$1g \text{ Z}^+ \text{ t}$	$1g (\text{Z}^+ + \text{Z}^+) \text{ t}$
790(40)	0,010(1)	0,0218(23)	0,000 56,623 136,432	$3/2^- 3/2^- / 521/$ $5/2^- 3/2^- / 521/$ $7/2^- 3/2^- / 521/$	70(62)	71,3	6,60(11)	6,6(4)
506(3)	0,096(7)	0,209(16)	309,592	$5/2^- 5/2^- / 523/$	336(28)	407,4	4,72(8)	4,81(2)
421(22)	0,009(2)	0,020(4)	395,263	$7/2^- 5/2^- / 523/$	715(162)	860,9	5,37(23)	5,45(2)
СУММА	0,115(7)	0,251(17)	$Q_{\beta^+} = 1838(3) \text{ кэВ}$					

Таблица 2

Сведения о  $\gamma$ -переходах при распаде  $^{159}\text{Ho}$ 

$E_{\beta}(\Delta E_{\beta})$ кэВ	$I_{\beta}(\Delta I_{\beta})$	$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})$	$\alpha_{\gamma}(\Delta \alpha_{\gamma})$	GL	$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$ % на расп.	$E_1 - E_2$ кэВ
30,427(13)	0,367(14)				3,05(13)	239 -- 209
31,378(8)	1,385(33)			M1+1,7(6)K/E2	14,4(5)	209 -- 177
41,182(4)	3,17(19)			E1	1,93(12)	177 -- 136
45,207(K <sub>2</sub> )	109,6(37)				41,0(16)	
45,998(K <sub>1</sub> )	197(5)				73,6(25)	
52,1(K <sub>1</sub> )	65,6(28)				24,6(12)	
53,5(K <sub>2</sub> )	17,2(8)				6,45(34)	
56,626(8)	14,32(31)			M1+3,4(5)K/E2	76,2(23)	56 -- 0
61,77(11)	-			E2	0,34(4)	239 -- 177
68,789(31)	0,115(25)				0,043(9)	
72,546(4)	1,10(4)			E1	0,713(29)	209 -- 136
79,807(3)	5,10(16)	12200(700)	3,8(4)	M1+3,2(4)K/E2	11,0(4)	136 -- 56
85,669(9)	0,413(23)	580(70)	2,17(37)	M1+30(6)K/E2	0,80(5)	395 -- 309
99,419(10)	0,649(28)	590(90)	1,43(29)	E2	0,89(4)	236 -- 136
100,599(8)	13,3(5)	2200(220)	0,262(36)	E1	6,50(28)	309 -- 209
102,985(22)	0,52(6)				0,194(21)	239 -- 136
121,012(14)	100,0(18)	10000(500)	0,159(8)	E1	44,4(12)	177 -- 56
131,973(10)	65,2(12)	5360(280)	0,131(7)	E1	28,0(8)	309 -- 177
136,438(20)	1,15(4)	277(16)	0,384(27)	E2	0,815(35)	136 -- 0
152,375(13)	2,94(16)	153(16)	0,083(10)	E1	1,21(7)	209 -- 56
155,851(13)	5,36(18)	292(20)	0,087(6)	E2	2,19(8)	395 -- 239
159,426(16)	1,00(5)	372(27)	0,59(9)	M1	0,618(36)	395 -- 236
173,155(17)	5,92(14)	1720(40)	0,463(15)	M1	3,36(10)	309 -- 136
177,608(10)	14,8(6)	570(70)	0,061(10)	E1	5,91(27)	177 -- 0
179,250(22)	0,35(4)	46(14)	0,21(8)	E2	0,178(22)	236 -- 56
186,274(9)	9,3(4)	303(13)	0,0519(31)	E1	3,70(17)	395 -- 209
195,40(5)	0,122(17)	23,3(35)	0,31(6)	E2	0,063(9)	505 -- 309
217,647(8)	10,14(30)	205(25)	0,032(4)	E1	3,94(14)	395 -- 177
252,963(8)	37,8(11)	3350(150)	0,141(8)	M1	16,7(6)	309 -- 56
258,822(11)	5,08(17)	439(21)	0,138(8)	E1	2,23(9)	395 -- 136
265,56(6)	0,556(31)	11(4)	0,031(15)	E1	0,213(15)	505 -- 239
269,11(5)	0,229(24)	16,6(25)	0,115(21)	M1	0,099(11)	505 -- 236
295,939(23)	1,49(6)				0,567(25)	505 -- 209
309,594(18)	47,6(16)	2680(50)	0,090(3)	M1	19,7(8)	309 -- 0
326,30(4)	0,046(4)				0,0172(15)	
338,629(30)	2,22(19)	83(4)	0,060(6)	M1+30(12)K/E2	0,89(8)	395 -- 56
353,68(18)	0,067(10)				0,032(5)	
372,00(13)	0,033(8)				0,012(3)	
385,38(15)	0,037(6)				0,0138(23)	
395,258(14)	0,975(32)	14,0(3)	0,0228(9)	E2	0,375(14)	395 -- 0
412,3(9)	0,026(5)				0,0097(19)	
417,45(16)	0,043(8)	0,33(4)	0,0125(27)	E1, E2	0,016(3)	
448,46(4)	0,108(5)	1,08(12)	0,0160(19)	E2	0,0412(20)	505 -- 56
453,21(9)	0,053(5)	0,46(9)	0,0140(29)	E2	0,0202(19)	
472,53(15)	0,056(13)				0,021(5)	
511,0	0,93(7)					
543,51(9)	0,094(5)				0,0352(20)	
546,23(17)	0,032(6)				0,0120(23)	
565,85(10)	0,031(4)	0,182(28)	0,0094(19)	E2	0,0116(15)	
580,75(20)	0,097(9)				0,0363(34)	
585,54(6)	0,086(5)	0,80(5)	0,0147(13)	M1	0,0329(20)	1090 -- 505
603,08(12)	0,074(5)				0,0277(20)	
608,69(17)	0,046(5)				0,0172(19)	
618,0(5)	0,062(10)				0,023(4)	
620,952(36)	0,76(4)	5,99(16)	0,0126(8)	M1+26(10)K/E2	0,287(18)	1016 -- 395
649,42(6)	0,039(8)				0,0146(30)	1153 -- 505
658,11(12)	0,068(5)	0,56(21)	0,013(5)	(M1)	0,0258(19)	
680,79(6)	0,052(3)				0,0195(12)	1075 -- 395

Продолжение таблицы 2

$E_{\beta}(\Delta E_{\beta})$ кэВ	$I_{\beta}(\Delta I_{\beta})$	$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})$	$\alpha_{\gamma}(\Delta \alpha_{\gamma})$	GL	$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$ % на расп.	$E_1 - E_2$ кэВ
695,249(26)	0,189(27)	1,33(8)	0,0112(18)	M1	0,072(10)	1090 -- 395
706,648(15)	3,26(7)	20,5(4)	0,0100(3)	M1	1,24(4)	1016 -- 309
758,330(24)	0,165(6)	0,59(6)	0,0057(6)	E2+43(13)K/M1	0,0621(26)	1153 -- 395
766,119(22)	0,323(8)	1,40(6)	0,00690(34)	M1+26(8)K/E2	0,122(4)	1075 -- 309
780,994(33)	0,134(5)	0,54(4)	0,0064(5)	M1+37(12)K/E2	0,0505(21)	1090 -- 309
807,236(16)	3,54(7)	3,11(11)	0,00140(6)	E1	1,33(4)	1016 -- 209
838,625(18)	10,61(25)	8,20(28)	0,00123(5)	E1	3,98(12)	1016 -- 177
843,78(7)	0,073(11)	0,027(4)	0,00111(10)	E1	0,261(8)	1153 -- 309
851,133(19)	0,696(16)	0,48(4)	0,00111(10)	E1	0,261(8)	1090 -- 239
862,94(6)	0,060(5)				0,0225(19)	
866,82(4)	0,109(4)				0,0408(17)	1075 -- 209
874,67(6)	0,063(9)	0,31(4)	0,0079(14)	(M1)	0,0240(34)	
879,548(36)	0,248(7)	0,51(4)	0,00327(31)	E2	0,0912(27)	1016 -- 136
881,552(28)	1,034(22)	0,87(7)	0,00133(12)	E1	0,388(11)	1090 -- 209
892,288(23)	0,252(8)	1,38(7)	0,0087(5)	(M1)	0,0954(36)	1201 -- 309
898,167(25)	0,135(3)	0,04(3)	0,0005(4)	(E1)	0,0505(15)	1075 -- 177
913,119(20)	0,741(15)	0,43(7)	0,00092(16)	E1	0,278(8)	1090 -- 177
939,453(28)	0,137(4)	0,23(4)	0,0027(5)	E2	0,0513(18)	1075 -- 136
944,85(4)	0,118(5)	0,062(18)	0,00084(25)	E1	0,0442(21)	1153 -- 209
951,37(10)	0,040(3)				0,0150(12)	
954,19(9)	0,034(3)	0,333(33)	0,0156(21)	E2+1,3(2)K/E2	0,0129(12)	1090 -- 136
959,66(4)	0,089(4)	0,66(4)	0,0119(9)	E2+0,91(7)K/E2	0,0337(16)	1016 -- 56
976,09(4)	0,127(6)	0,13(5)	0,0017(6)	(E1)	0,0475(24)	1153 -- 177
981,80(5)	0,059(4)				0,0221(16)	
992,940(25)	0,213(5)	0,12(5)	0,0009(4)	E1	0,0797(25)	1201 -- 209
1002,23(22)	0,024(2)				0,0090(8)	
1016,356(21)	1,323(26)	3,27(19)	0,00394(24)	M1	0,497(14)	1016 -- 0
1019,202(30)	0,543(13)	3,72(32)	0,0109(10)	E2+0,85(8)K/E2	0,206(6)	1075 -- 56
1024,317(24)	0,675(15)	0,42(6)	0,00099(14)	E1	0,253(8)	1201 -- 177
1033,998(28)	0,146(3)	0,226(24)	0,00247(27)	E2	0,0546(16)	1090 -- 56
1038,33(10)	0,0197(14)				0,0074(3)	
1047,62(10)	0,0196(20)				0,0074(7)	1286 -- 239
1061,11(4)	0,065(2)	0,27(18)	0,007(5)	M1, E2	0,0243(9)	1370 -- 309
1065,43(6)	0,044(3)				0,0165(12)	1201 -- 136
1075,871(34)	0,349(8)	0,51(4)	0,00231(19)	E2	0,131(4)	1075 -- 0
1078,0(5)	0,020(4)				0,0075(13)	1286 -- 209
1097,03(6)	0,051(2)				0,0191(8)	1153 -- 56
1109,48(9)	0,029(2)				0,0109(8)	1286 -- 177
1145,524(32)	0,160(4)	0,222(18)	0,00221(19)	E2	0,0599(19)	1201 -- 56
1150,50(8)	0,028(2)				0,0105(8)	1286 -- 136
1153,675(29)	0,176(4)	0,199(16)	0,00180(15)	E2	0,0659(20)	1153 -- 0
1161,68(5)	0,061(2)				0,0228(9)	1370 -- 209
1186,62(34)	0,015(5)				0,0056(19)	
1195,069(34)	0,178(4)				0,0666(20)	1370 -- 177
1199,31(11)	0,028(5)				0,0101(23)	
1201,934(32)	0,488(10)	0,492(29)	0,00161(10)	E2	0,183(3)	1201 -- 0
1218,50(15)	0,0156(22)				0,0058(8)	
1230,19(5)	0,059(2)				0,0221(9)	1286 -- 56
1234,26(13)	0,0158(24)				0,0059(9)	1370 -- 136
1313,88(23)	0,0146(13)				0,0054(5)	1370 -- 56
1370,53(11)	0,0398(16)				0,0146(6)	1370 -- 0
1399,98(25)	0,0094(22)				0,0034(8)	
1437,42(33)	0,0058(14)				0,0021(5)	
1466,21(23)	0,0102(15)				0,0038(6)	
1555,58(28)	0,007(4)				0,0027(13)	
	0,374(8)	0,000595(33)			1,000	

Таблица 3

Относительные интенсивности ЭВК при распаде  $^{159}\text{Ho}$ 

$E_{\beta}(\text{эВ})$	$I_{\beta}(\text{эл})$	$I_{\beta}(\text{эл})$				N	M	$I_{\beta}(\text{эл})$	$\sigma_{\beta}(\text{эл})$	$I_{\beta}(\text{эл})$
		K	L	M	N					
30,427(13)	0,367(14)	-	4300(430)	780(80)	184(32)	780(80)	4300(430)	3,05(13)	$M1+1,7(6)E2$	
31,378(8)	1,385(33)	-	19450(1400)	3980(240)	990(80)	3980(240)	19450(1400)	14,4(4)	$M1+3,6(5)E2$	
41,182(4)	3,17(19)	-	920(90)	215(25)	63(13)	215(25)	920(90)	1,93(12)	E1	
56,626(8)	14,32(31)	-	20800(1200)	4560(300)	1190(80)	4560(300)	20800(1200)	76,2(23)	$M1+3,4(5)E2$	
61,77		-	386(44)	89(13)	25(6)	89(13)	386(44)	0,34(4)	E2	
72,546(4)	1,10(4)	420(60)	70(13)	-	-	-	70(13)	0,17(3)	E1	
79,807(3)	5,10(16)	12200(700)	2030(130)	-	152(25)	-	2030(130)	11,0(4)	$M1+3,2(4)E2$	
85,669(9)	0,413(23)	580(70)	320(60)	63(13)	13(4)	63(13)	320(60)	0,80(5)	$M1+30(6)E2$	
99,419(10)	0,649(28)	590(90)	146(25)	-	-	-	590(90)	0,89(4)	E2	
100,599(8)	13,3(5)	2200(220)	285(32)	-	-	-	285(32)	6,50(28)	E1	
121,012(14)	100,0(18)	10000(500)	1590(90)	241(38)	-	241(38)	1590(90)	44,4(12)	E1	
131,973(10)	65,2(12)	5360(280)	950(90)	152(19)	-	152(19)	950(90)	28,0(8)	E1	
136,438(20)	1,15(4)	277(16)	171(19)	19(6)	-	19(6)	171(19)	0,815(35)	E1	
152,375(13)	2,94(16)	153(16)	25(8)	-	-	-	25(8)	1,21(7)	E1	
155,851(13)	5,36(18)	292(20)	41(13)	-	-	-	41(13)	2,19(8)	E1	
159,426(16)	1,00(5)	372(27)	82(19)	-	-	-	82(19)	0,618(36)	M1	
173,155(17)	5,92(14)	1720(37)	320(50)	79(12)	-	79(12)	320(50)	3,36(10)	M1	
177,608(10)	14,8(6)	570(70)	99(15)	18(6)	-	18(6)	570(70)	5,91(27)	E1	
186,274(9)	9,3(4)	303(13)	44(9)	-	-	-	44(9)	3,70(17)	E1	
217,647(8)	10,14(30)	205(25)	33(5)	-	-	-	33(5)	3,94(14)	E1	
252,963(8)	37,8(11)	3350(130)	630(50)	177(32)	-	177(32)	630(50)	16,7(6)	M1	
309,594(18)	47,6(16)	2680(130)	475(50)	114(19)	-	114(19)	475(50)	19,7(8)	M1	
338,629(30)	2,22(19)	83(4)	17,1(32)	5,1(19)	-	5,1(19)	17,1(32)	0,89(8)	$M1+30(12)E2$	
706,648(15)	3,26(7)	20,5(4)	3,5(11)	1,08(37)	-	1,08(37)	3,5(11)	1,235(37)	M1	
807,236(16)	3,34(7)	3,11(11)	0,41(4)	-	-	-	0,41(4)	1,326(37)	E1	
838,625(18)	10,61(25)	0,20(28)	1,50(8)	0,16(5)	-	0,16(5)	1,50(8)	3,98(12)	E1	

Расчет интенсивностей излучений на распад осуществлен с использованием интенсивностной характеристической КХ-излучения, а также отношений  $\frac{L+M+N+\dots}{K}/10$  и выхода флюоресценции  $\omega_K = 0,931^{11/}$  множители приведены в нижней строке табл.2/.

На рис. 2 приведены аппаратные спектры совпадений  $\gamma$ -лучей с ЭВК L 56,6 кэВ, K 79,8 кэВ, K 121,0 кэВ, L 30,4 кэВ + +31,4 кэВ и L 132,0 кэВ при распаде  $^{159}\text{Ho}$ . Результаты их обработки представлены в табл. 4. Справа от экспериментально полученных величин интенсивностей совпадений приводятся рассчитанные значения согласно построенной схеме распада /все результаты нормированы на интенсивности  $\gamma$ -лучей в одиночном спектре/.

СХЕМА РАСПАДА  $^{159}\text{Ho}$ 

Совокупность результатов, полученных в проведенных исследованиях, позволяет предложить схему распада  $^{159}\text{Ho}$ , сведения о которой приведены в табл. 5. Она включает в себя 16 возбужденных состояний  $^{159}\text{Dy}$  с размещенными между ними 76  $\gamma$ -переходами. Суммарная интенсивность неразмещенных переходов составляет  $10,84 \pm 0,04\%$  на распад. По сравнению со схемой распада, приведенной в 2/, в нашем варианте дополнительно размещены 33  $\gamma$ -перехода. При этом подтверждены возбужденные состояния  $^{159}\text{Dy}$ , введенные Буте и др. 2/, и обнаружены три новых уровня:  $1153,7$  кэВ  $5/2^-$ ,  $7/2^-$ ,  $1286,9$  кэВ  $5/2^+$ ,  $7/2^+$  и  $1370,7$  кэВ. Можно предположить, что два из введенных состояний соответствуют уровням с энергиями  $1150$  кэВ и  $1283$  кэВ, наблюдавшимся в реакции  $^{158}\text{Dy}(d,p)^{159}\text{Dy}/12/$ . Отметим также, что введение каждого из возбужденных состояний обосновано интенсивностями совпадений соответствующих переходов и выполнением энергетических соотношений.

Спин основного состояния  $^{159}\text{Dy}$  измерен Али 13/ методом поляризованных атомов пучков и равен  $3/2$ . По диаграмме Нильсона нечетный 93 нейтрон при деформации  $0,25-0,30$  соответствует состоянию с асимптотическими характеристиками  $3/2^- /521/14/$ , что экспериментально подтверждено в исследованиях ядерных реакций 15/ и радиоактивного распада 1/. В распаде  $^{159}\text{Ho}$  возбуждаются три вращательных состояния полосы  $3/2^- /521/$ :  $56,6$  кэВ  $5/2^-$ ,  $136,4$  кэВ  $7/2^-$  и  $235,8$  кэВ  $9/2^-$ . Обнаружены внутривращательные  $\gamma$ -переходы, разряжающие эти состояния. При  $\beta$ -распаде заселение уровней этой полосы заторможено вследствие К-запрета, что объясняет наблюдаемые значения  $I_{gt} \approx 6,0 \div 7,2$  для этих состояний. Полученное значение параметра инерции  $A = 11,24$  кэВ для полосы основного состояния  $^{159}\text{Dy}$  согласуется с ранее известными 1/. В ядерных реакциях полоса основного состояния прослежена до уровня со спином  $21/2^- /15/$ .

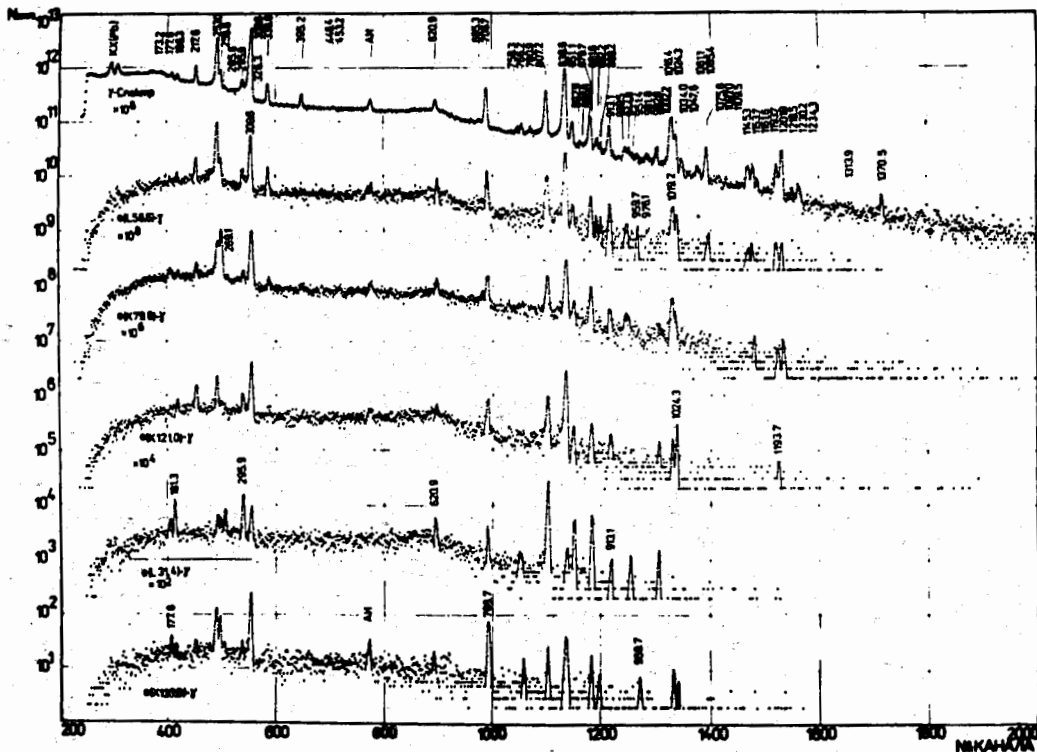


Рис.2. Спектры совпадений  $\gamma$ -лучей с ЭВК L 56,6 кэВ, K 79,8 кэВ, K 121,0 кэВ, L 30,4 кэВ + L 31,4 кэВ и K 131,0 кэВ при распаде  $^{159}\text{Ho}$ .

Таблица 4

Коэффициенты относительного ослабления интенсивностей  $\gamma$ -лучей в совпадениях с ЭВК при распаде  $^{159}\text{Ho}$

$E_\gamma$	L 56,63		K 79,81		K 121,01		L 30,43 + L 31,38		K 131,97		$E_1 - E_2$
	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	
173,16	-	0,931	0,84(11)	1,000	*						309 -- 136
177,61											177 -- 0
186,27	-	0,895	0,09(4)	0,076	0,69(23)	0,882	1,00(9)	1,000			395 -- 209
217,65	0,82(15)	0,884	0,10(3)	0,037	1,00(12)	1,000					395 -- 177
252,96	1,00(4)	1,000									309 -- 56
258,82	0,64(12)	0,931	1,00(4)	1,000							395 -- 136
338,63	0,84(19)	1,000									395 -- 56
620,95	0,7(6)	0,872	0,27(5)	0,240	1,06(37)	0,634	0,52(11)	0,393	0,32(21)	0,054	1016 -- 395
706,65	0,94(11)	0,687	0,063(11)	0,066	0,62(9)	0,455	0,08(2)	0,088	0,89(9)	1,000	1016 -- 309
766,12	-	0,687	0,12(8)	0,066	-	0,455	-	0,088	1,6(5)	1,000	1 75 -- 309
807,24	1,17(12)	0,895	0,103(13)	0,076	0,87(9)	0,882	1,02(4)	1,000			1016 -- 209
838,62	0,94(5)	0,884	0,066(5)	0,037	1,00(5)	1,000					1016 -- 177
851,13	0,93(32)	0,898	0,085(45)	0,146	0,71(23)	0,815	1,18(10)	1,000			1090 -- 239
879,55	0,82(21)	0,931	1,11(12)	1,000							1016 -- 136
881,55	0,81(20)	0,895	0,085(9)	0,076	0,86(19)	0,882	1,03(7)	1,000			1090 -- 209
892,29	0,4(6)	0,687	-	0,066	0,4(3)	0,455	-	0,088	1,18(45)	1,000	1201 -- 309
898,17	1,8(9)	0,884	-	0,037	1,0(8)	1,000					1075 -- 177
913,12	1,10(30)	0,884	0,13(4)	0,037	0,91(23)	1,000					1090 -- 177
939,45	2,5(11)	0,931	0,76(17)	1,000							1075 -- 136
944,85	4,0(15)	0,895	0,53(17)	0,076	-	0,882	1,24(25)	1,000			1153 -- 209
954,19	-	0,931	1,3(6)	1,000							1090 -- 136
992,94	1,0(7)	0,895	0,21(8)	0,076	1,8(7)	0,882	1,15(19)	1,000			1201 -- 209
1019,20	1,01(10)	1,000									1075 -- 56
1024,32	0,98(26)	0,884	0,036(6)	0,037	1,28(23)	1,000					1201 -- 177
1034,00	1,0(8)	1,000									1090 -- 56
1065,43	-	0,931	1,6(5)	1,000							1201 -- 136
1145,32	1,7(7)	1,000									1201 -- 56
1193,07	1,6(7)	0,884	0,20(8)	0,037	0,7(4)	1,000					1370 -- 177
1230,19	4,4(12)	1,000									1286 -- 56
1234,26	-	0,931	1,4(7)	1,000							1370 -- 136

Таблица 5

Сведения о схеме распада 159Ho

E <sub>ур.</sub> (ΔE <sub>ур.</sub> ) кэВ	I <sup>π</sup> К / № <sub>г</sub> /	I <sub>г</sub> (ΔI <sub>г</sub> ) % на распад	I <sub>β+</sub> (ΔI <sub>β+</sub> ) % на распад	lg ft	Р	А	З	Р	Я	Д	К	А
					E <sub>г</sub> (ΔE <sub>г</sub> ) кэВ	εL	I <sub>π</sub> (ΔI <sub>π</sub> ) % на распад	E <sub>к</sub> (ΔE <sub>к</sub> ) кэВ	I <sub>г</sub> <sup>π</sup>			
0,000	3/2 <sup>+</sup> 3/2 / 521/											
56,623(8)	5/2 <sup>+</sup> 3/2 / 521/	1,5(13)	0,0218(23)	5,9(4)	56,626(8)		М1+3,4(5)ЖЕ2		76,2(23)	0,000		3/2 <sup>-</sup>
136,432(6)	7/2 <sup>+</sup> 3/2 / 521/	2,2(4)		6,41(8)	79,807(3) 136,438(20)		М1+3,2(4)ЖЕ2 Е2		11,0(4) 0,82(4)	56,623(8) 0,000		5/2 <sup>-</sup> 3/2 <sup>-</sup>
177,619(13)	5/2 <sup>+</sup> 5/2 / 642/	1,2(10)		6,6(4)	41,182(4) 121,012(14) 177,608(10)		Е1 Е1 Е1		1,93(12) 44,4(12) 5,91(27)	136,432(6) 56,623(8) 0,000		7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup> 3/2 <sup>-</sup>
208,994(13)	7/2 <sup>+</sup> 5/2 / 642/	0,6(5)		7,0(4)	31,378(8) 72,546(4) 152,375(13)		М1+3,6(5)ЖЕ2 Е1 Е1		14,4(5) 0,713(29) 1,21(7)	177,619(13) 136,432(6) 56,623(8)		5/2 <sup>+</sup> 7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup>
235,848(14)	9/2 <sup>+</sup> 3/2 / 521/	0,35(6)		7,16(7)	99,419(10) 179,250(22)		Е2 Е2		0,89(4) 0,178(22)	136,432(6) 56,623(8)		7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup>
239,412(23)	9/2 <sup>+</sup> 5/2 / 642/	0,62(14)		6,9(1)	30,427(13) 102,985(22)		М1+1,7(6)ЖЕ2		3,05(13) 0,194(21)	208,994(13) 136,432(6)		7/2 <sup>+</sup> 7/2 <sup>-</sup>
309,592(10)	5/2 <sup>-</sup> 5/2 / 523/	71,7(18)	0,209(16)	4,85(2)	100,599(8) 131,973(10) 173,155(17) 252,963(8) 309,594(18)		Е1 Е1 М1 М1 М1		6,50(28) 28,0(8) 3,36(10) 16,7(6) 19,7(8)	208,994(13) 177,619(13) 136,432(6) 56,623(8) 0,000		7/2 <sup>+</sup> 5/2 <sup>+</sup> 7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup> 3/2 <sup>-</sup>
395,263(10)	7/2 <sup>-</sup> 5/2 / 523/	14,3(4)	0,020(4)	5,50(2)	85,669(9) 155,851(13) 159,426(16) 186,274(9) 217,647(8) 258,822(11) 338,629(30) 395,258(14)		М1+30(6)ЖЕ2 Е1 М1 Е1 Е1 М1 М1+30(12)ЖЕ2 Е2		0,80(5) 2,19(8) 0,62(4) 3,70(17) 3,94(14) 2,23(9) 0,89(8) 0,375(14)	309,592(10) 239,412(23) 235,848(14) 208,994(13) 177,619(13) 136,432(6) 56,623(8) 0,000		5/2 <sup>-</sup> 9/2 <sup>+</sup> 9/2 <sup>-</sup> 7/2 <sup>+</sup> 5/2 <sup>+</sup> 7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup> 3/2 <sup>-</sup>

Продолжение таблицы 5

E <sub>ур.</sub> (ΔE <sub>ур.</sub> ) кэВ	I <sup>π</sup> К / № <sub>г</sub> /	I <sub>г</sub> (ΔI <sub>г</sub> ) % на распад	I <sub>β+</sub> (ΔI <sub>β+</sub> ) % на распад	lg ft	Р	А	З	Р	Я	Д	К	А
					E <sub>г</sub> (ΔE <sub>г</sub> ) кэВ	εL	I <sub>π</sub> (ΔI <sub>π</sub> ) % на распад	E <sub>к</sub> (ΔE <sub>к</sub> ) кэВ	I <sub>г</sub> <sup>π</sup>			
504,939(26)	9/2 <sup>-</sup> 5/2 / 523/	0,97(4)		6,55(2)	195,40(5) 265,56(6) 269,11(5) 295,939(23) 448,46(4)		Е2 Е1 М1 Е1 Е2		0,063(9) 0,213(13) 0,099(11) 0,567(25) 0,0412(20)	309,592(10) 239,412(23) 235,848(14) 208,994(13) 56,623(8)		5/2 <sup>-</sup> 9/2 <sup>+</sup> 9/2 <sup>-</sup> 7/2 <sup>+</sup> 5/2 <sup>-</sup>
1016,233(23)	5/2 <sup>-</sup> 5/2 / 512/	7,47(18)		5,23(5)	620,59(4) 706,648(15) 807,236(16) 838,625(18) 879,55(4) 959,66(5) 1016,356(21)		М1+26(10)ЖЕ2 М1 Е1 Е1 Е2 Е2+0,91(7)ЖЕ2 М1		0,287(18) 1,24(4) 1,33(4) 3,98(12) 0,0912(27) 0,0337(16) 0,497(14)	395,263(10) 309,592(10) 208,994(13) 177,619(13) 136,432(6) 56,623(8) 0,000		7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup> 7/2 <sup>+</sup> 5/2 <sup>+</sup> 7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup> 3/2 <sup>-</sup>
1075,800(34)	5/2 <sup>-</sup>	0,622(14)		6,23(3)	680,79(6) 766,119(22) 866,82(4) 898,167(25) 939,453(28) 1019,202(30) 1075,871(34)		М1+26(8)ЖЕ2 (Е1) Е2 Е2+0,85(8)ЖЕ2 Е2		0,0195(12) 0,122(4) 0,0408(17) 0,0505(15) 0,0513(18) 0,207(6) 0,131(4)	395,263(10) 309,592(10) 208,994(13) 177,619(13) 136,432(6) 56,623(8) 0,000		7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup> 7/2 <sup>+</sup> 5/2 <sup>+</sup> 7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup> 3/2 <sup>-</sup>
1090,55(4)	7/2 <sup>-</sup> 5/2 / 512/	1,149(28)		5,95(2)	585,54(6) 695,249(26) 780,994(33) 851,133(19) 881,552(28) 913,119(20) 954,19(9) 1033,998(28)		М1 М1 Е1 Е1 Е1 Е2+1,3(2)ЖЕ2 Е2		0,0329(20) 0,072(10) 0,0505(21) 0,261(8) 0,388(11) 0,278(8) 0,0127(12) 0,0546(16)	504,939(26) 395,263(10) 309,592(10) 239,412(23) 208,994(13) 177,619(13) 136,432(6) 56,623(8)		9/2 <sup>-</sup> 7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup> 9/2 <sup>+</sup> 7/2 <sup>+</sup> 5/2 <sup>+</sup> 7/2 <sup>-</sup> 5/2 <sup>-</sup>

$E_{\text{Ур.}} (\Delta E_{\text{Ур.}})$ кэВ	$I^{\pi} \kappa / \pi_{\text{Ур.}} \mathcal{N}$	$I_2 (\Delta I_2)$ % на распад	$I_{\beta^+} (\Delta I_{\beta^+})$ % на распад	$I_{\beta^-} (\Delta I_{\beta^-})$ % на распад	$I_{\beta} (\Delta I_{\beta})$ кэВ	P	A	З	Р	Я	Д	К	А	$I^{\pi}$
1159,68(5)	$5/2^-, 7/2^-$	0,281(9)		6,48(2)	649,42(6) 758,33(24) 843,78(7) 944,85(4) 976,09(4) 1097,03(6) 1153,675(29)									$9/2^-$ $7/2^-$ $5/2^-$ $7/2^+$ $5/2^+$ $5/2^+$ $5/2^-$ $3/2^-$
1201,94(4)	$5/2^-$	0,688(16)		6,02(2)	892,288(23) 992,940(25) 1024,317(24) 1065,43(6) 1145,324(32) 1201,934(32)									$5/2^-$ $7/2^+$ $7/2^+$ $5/2^+$ $7/2^-$ $5/2^-$ $5/2^-$ $3/2^-$
1286,30(6)		0,0603(26)		6,95(2)	1047,62(10) 1078,0(5) 1109,48(9) 1150,50(8) 1230,19(5)									$7/2^+$ $5/2^+$ $5/2^+$ $7/2^-$ $7/2^-$ $5/2^-$ $5/2^-$ $3/2^-$
1370,678(33)	$5/2^-, 7/2^+$	0,143(4)		6,41(2)	1061,11(4) 1161,68(5) 1193,065(34) 1234,26(13) 1313,88(23) 1370,55(11)									$5/2^-$ $7/2^+$ $5/2^+$ $5/2^+$ $7/2^-$ $5/2^-$ $5/2^-$ $3/2^-$

Колонка 1 - энергии возбужденных состояний  $^{159}\text{Dy}$ ; 2 - спины, четности и асимптотические квантовые числа уровней  $^{159}\text{Dy}$ ; 3, 4 - интенсивности заселения состояний  $^{159}\text{Dy}$  при электронном захвате и позитронное излучение  $^{159}\text{Ho}$ ; 5 - lg ft для  $\beta^-$ -распада  $^{159}\text{Ho}$ ; колонки 6, 7, 8, 9, 10 - сведения о  $\gamma$ -переходах, осуществляющих разрядку возбужденных состояний  $^{159}\text{Dy}$  /соответственно энергии, мультипольности и полные интенсивности  $\gamma$ -переходов, энергии и квантовые характеристики конечных состояний  $^{159}\text{Dy}$  на которые осуществляется разрядка/.

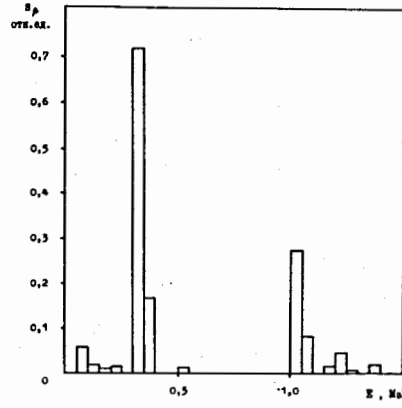


Рис.3. Бета-силовая функция распада  $^{159}\text{Ho}$ .

Свойства состояний вращательной полосы положительной четности /обозначенной в табл.5 условно  $5/2^+ /642//$  детально исследовались Буте и др./15/ и Кламра и др./16/ при возбуждении уровней  $^{159}\text{Dy}$  в реакции ( $\alpha, 3\text{пн}$ ), а также Беушером и др./17/ в реакции ( $\alpha, 5\text{пн}$ ). Показательно характерное для этой области нечетных ядер аномальное поведение уровней данной полосы, обусловленное кориолисовым

взаимодействием состояний сферической оболочечки  $i13/2$ . Состояния 177,6 кэВ  $5/2^+$ , 209,0 кэВ  $7/2^+$  и 239,4 кэВ  $9/2^+$  этой полосы, возбуждающиеся при распаде  $^{159}\text{Ho}$ , так же, как и уровни вращательной полосы основного состояния, слабо заселяются при  $\beta^-$ -распаде. Преобладающее заселение состояний этой полосы связано с электромагнитной разрядкой вращательных полос  $5/2^- /523/$  и  $5/2^- /512/$  интенсивными  $E1$ -переходами. Необходимо отметить хорошее совпадение/в пределах 30%/ветвления интенсивностей этих  $\gamma$ -переходов с правилами Алаги. В то же время при разрядке состояний этой полосы положительной четности на уровни полосы основного состояния наблюдаются значительные отклонения от этих правил /более чем в 200 раз/.

Более 87% распадов  $^{159}\text{Ho}$  осуществляется разрешенными незадержанными ( $\text{au}$ )  $\beta^-$ -переходами /рис. 3/ на уровни вращательной полосы  $5/2^- /523/$ . В табл. 6 приведены экспериментальные и рассчитанные по правилам Алага отношения приведенных вероятностей  $\beta^-$ -переходов на уровни этой полосы.

Идентификация состояний этой полосы подтверждается результатами исследований ядерных реакций/12/. Оцененное значение параметра инерции  $A = 12,32$  кэВ полосы  $5/2^- /523/$  в  $^{159}\text{Dy}$  согласуется с известными ранее значениями/1/.

Впервые уровни 1089 кэВ  $7/2^-$  и 1189 кэВ  $9/2^-$  вращательной полосы  $5/2^- /512/$  были идентифицированы Гротдалом и др. в ( $d, p$ )-реакции/12/. Буте и др./2/ предположили, что установленные ими при распаде  $^{159}\text{Ho}$  состояния 1016,3 кэВ  $5/2^-$  и 1090,3 кэВ  $5/2^-$ ,  $7/2^-$  являются членами ротационной полосы  $5/2^- /512/$ . Соотношение интенсивностей переходов при разрядке уровней 1016,2 кэВ  $5/2^-$  и 1090,5 кэВ  $7/2^-$  на состояния вращательной полосы  $5/2^- /523/$  и полосы положительной четности в наших исследованиях указывает на принадлежность этих уровней к одной поло-



Таблица 6

Экспериментальные и расчетные отношения приведенных вероятностей  $\beta$ -переходов на уровни вращательной полосы  $5/2^- / 523/$  в распаде  $^{159}\text{Ho}$

$^{159}\text{Ho}$		$^{159}\text{Dy}$					
$I_i^{\pi}$	$K_i / Nn_z N$	$E_f$ кэВ	$I_f^{\pi}$	$K_f / Nn_z N$	$I_f$ % на расп.	$(ft_{I_f}^{\pi})^{-1} / (ft_{5/2}^{\pi})^{-1}$	$CCG_{I_f}^2 / CCG_{5/2}^2$
						эксперимент	расчет
$7/2^-$	$7/2 / 523/$	309,6	$5/2^-$	$5/2 / 523/$	71,9(18)	1,000(25)	1,000
		395,4	$7/2^-$	$5/2 / 523/$	14,32(38)	0,225(8)	0,222
		504,9	$9/2^-$	$5/2 / 523/$	0,969(35)	0,0179(8)	0,0279

$CCG_{I_f}$  - геометрический коэффициент Клебша-Гордона, соответствующий переходу на состояние  $I_f$ .

се с  $K=5/2$ . С учетом того, что близкий по энергии уровень  $1089$  кэВ  $7/2^-$  согласно <sup>12/</sup> относится к вращательной полосе  $5/2^- / 512/$ , можно сделать вывод, что уровень  $1016,2$  кэВ  $5/2^-$  является головным, а  $1090,5$  кэВ  $7/2^-$  - первым вращательным состоянием этой полосы. Значение параметра инерции  $A=10,6$  кэВ, оцененное из энергии этих двух состояний, приблизительно согласуется с величиной, определенной из результатов работы <sup>12/</sup>.

Наблюдаемые интенсивности  $\gamma$ -лучей и ЭВК переходов с энергиями  $954,2$  кэВ,  $959,7$  кэВ и  $1019,2$  кэВ определяют высокие значения КВК для этих переходов, что указывает на примеси  $E0$ -компонента в них /табл. 2/. В схеме распада  $^{159}\text{Ho}$  эти переходы разряжают уровни  $1016,2$  кэВ  $5/2^-$ ;  $1075,8$  кэВ  $5/2^-$  и  $1090,5$  кэВ  $7/2^-$  на уровни  $56,6$  кэВ  $5/2^-$  и  $136,6$  кэВ  $7/2^-$  /табл. 5/ вращательной полосы основного состояния  $3/2^- / 521/$ . Известно, что наличие  $E0$ -компонента в электромагнитных переходах, осуществляющих разрядку состояний, свидетельствует о наличии  $\beta$ -вибрационных примесей в волновых функциях этих состояний. В рассматриваемом случае косвенным подтверждением такого предположения может служить также наличие  $\beta$ -вибрационных состояний у четно-четных ядер диспрозия в области масс  $156 \div 162/18/$ . В частности, у  $^{158}\text{Dy}$ , являющегося четно-четным остовом  $^{159}\text{Dy}$ , энергия  $\beta$ -колебательного фона достигает величины  $\sim 1$  МэВ <sup>19/</sup>.

Среди возбужденных состояний  $^{159}\text{Dy}$  с энергиями возбуждения  $\sim 1$  МэВ нам не удалось идентифицировать  $\beta$ -вибрационного состояния и его вращательной полосы, хотя существование его предсказывается расчетами <sup>20/</sup>. Тем не менее наличие  $E0$ -компонента у перечисленных выше переходов может служить доказательством заметной примеси  $\beta$ -вибрационного состояния, возникающего при взаимодействии  $\beta$ -колебательного фона четного остова с нечетной квазичастицей основного состояния  $^{159}\text{Dy}$ , в уровнях вращательной полосы  $5/2^- / 512/$   $1016,2$  кэВ  $5/2^-$  и  $1090,5$  кэВ  $7/2^-$ , а также в состоянии  $1075,8$  кэВ  $5/2^-$ .

Природа последнего уровня, так же, как и всех вышележащих состояний  $^{159}\text{Dy}$ , остается пока неясной.

В заключение авторы выражают искреннюю признательность и благодарность Б.С.Джелепову за интерес к работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lee M.A., Reich C.W. Nuclear Data Sheets A=159, 1979, 27, p. 155.
2. Boutet J., Torres J.P., Paris P. Nucl.Phys., 1971, A167, p. 326.

3. Вылов Цв. и др. Спектры излучений радиоактивных нуклидов. "ФАН", Ташкент, 1980, с. 239.
4. Молнар Ф., Халкин В.А., Херрманн Э. ЭЧАЯ, 1975, т.4, вып.4, с. 1077.
5. Вылов Цв., Осипенко Б.П., Чумин В.Г. ЭЧАЯ, 1977, т. 9, вып. 7, с.1350.
6. Громов К.Я. и др. В сб.: Прикладная ядерная спектроскопия. Атомиздат, М., 1978, вып. 8, с. 59.
7. Lagarde P. et al. J.Phys. (Paris), 1966, 27, p. 116.
8. Громов К.Я. и др. Тезисы докладов XXVIII Сессии по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. "Наука", Л., 1978, с. 92.
9. Вылов Цв. и др. Спектры излучений радиоактивных нуклидов, измеренные с помощью полупроводниковых детекторов. ZfK-399. Россендорф, 1980, с. 378-383.
10. Дзепелов Б.С., Зырянова Л.Н., Суслов Ю.П. Бета-процессы. "Наука", Л., 1972, с. 272, 294.
11. Fink R.W. et al. Rev.Mod.Phys., 1966, 513, p. 88.
12. Grotdal T., Nybo K., Elbek B. Kgl.Dan.Vidensk. Selskab. Mat.-Fys. Medd., 1970, 12, p. 37.
13. Ali D. Nucl.Phys., 1965, 71, p. 441.
14. Натан О., Нильссон С.Г. В кн.: Альфа-, бета- и гамма-спектроскопия. Атомиздат, М., 1969, с. 99.
15. Boutet J., Torres J.P. Nucl.Phys., 1971, A175, p. 167.
16. Klamra W., Hjorth S.A., Rensfelt K.-G. Phys.Scr., 1973, 7, p. 177.
17. Beusher H. et al. Nucl.Phys., 1975, A249, p. 379.
18. Lederer C.M., Shirley V.S. Table of Isotopes, 7th ed. John Wiley and Sons Inc., New York, 1978.
19. Александров А.А. и др. Известия АН СССР, сер.физ., 1975, 39, с. 458.
20. Гареев Ф.А. и др. ЭЧАЯ, 1973, т. 4, вып. 2, с. 357.

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 июня 1981 года.

Вылов Ц. и др. Изучение распада  $^{159}\text{Ho}$  —  $^{159}\text{Dy}$  6-81-424

Исследованы спектры позитронов, гамма-лучей, электронов внутренней конверсии /ЭВК/ и совпадений гамма-лучей с ЭВК при распаде  $^{159}\text{Ho}$ . Уточнены значения периода полураспада и энергии распада  $^{159}\text{Ho}$ :  $T_{1/2} = 33,05 \pm 0,11$  мин,  $Q_{\beta} = 1838 \pm 3$  кэВ. Предлагаемая схема распада  $^{159}\text{Ho}$  включает 16 возбужденных уровней  $^{159}\text{Dy}$ , свойства которых обсуждаются. Показано, что волновые функции трех состояний  $^{159}\text{Dy}$  / $E > 1$  МэВ/ содержат заметные  $\beta$ -вибрационные примеси основного состояния.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1981

Vylov Ts. et al.  $^{159}\text{Ho}$  —  $^{159}\text{Dy}$  Decay Study 6-81-424

Spectra of positrons, gamma-rays, internal conversion electrons and of gamma-ray coincidence with internal conversion electrons are studied at the  $^{159}\text{Ho}$  decay. The half-lives and decay energies of  $^{159}\text{Ho}$  are defined:  $T_{1/2} = 33.05 \pm 0.11$  min,  $Q_{\beta} = 1838 \pm 3$  keV. The  $^{159}\text{Ho}$  decay scheme is proposed which includes 16 excited levels of  $^{159}\text{Dy}$ , their properties are discussed. It is shown that the wave functions of  $^{159}\text{Dy}$  three states ( $E > 1$  MeV) contain noticeable  $\beta$ -vibration impurities of the ground state.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1981

Перевод аннотации О.С.Виноградовой.