

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



A-211

4/vii-75

P6 - 8781

2755/2-75

С.Р.Аврамов, Н.А.Бонч-Осмоловская, Ц.Вылов,  
К.Я.Громов, А.Ш.Хамидов

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА  $^{172}\text{Lu}$

**1975**

P6 - 8781

С.Р.Аврамов, Н.А.Бонч-Осмоловская, Ц.Вылов,  
К.Я.Громов, А.Ш.Хамидов\*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА  $^{172}\text{Lu}$

Направлено в Известия АН СССР

---

\* ИЯФ АН Узб.ССР, Ташкент.

К настоящему времени накоплен обширный экспериментальный материал о возбужденных состояниях  $^{172}\text{Yb}$  из ядерных реакций  $(d, p)$ ,  $(d, t)$ ,  $(d, d')$ ,  $(^3\text{He}, \alpha)^{1,2/}$ ,  $(p, t)^{3/}$ ,  $(n, \gamma)^{4/}$ , распада  $^{172}\text{Tm}(I^\pi = 2^-)^{5/}$ . Однако из распада  $^{172}\text{Lu}$  (спин  $I^\pi = 4^-$  и разность масс  $\approx 2,5$  МэВ) следует много дополнительных сведений о состояниях с высокими спинами и большими энергиями, о возбуждении ротационных полос вплоть до уровней со спинами  $5^+$ ,  $6^+$ . Исследованию распада  $^{172}\text{Lu}$  также посвящено много работ<sup>6-10/</sup>, однако в наиболее полной из них<sup>10/</sup> не было, например, сходимости в энергетическом балансе при построении схемы распада. Целью нашей работы явилось тщательное исследование спектров гамма-лучей, возникающих при распаде  $^{172}\text{Lu}$ , уточнение и дополнение схемы уровней  $^{172}\text{Yb}$ .

### Условия опыта

Фракция лютеция выделялась хроматографическим методом из продуктов облучения тантала протонами с  $E_p = 660$  МэВ и затем разделялась по изотопам на масс-сепараторе. В источниках  $^{172}\text{Lu}$  примесь  $^{171}\text{Lu}$  не превышала 0,1%. Спектры гамма-лучей изучались на спектрометрах с  $\text{Ge(Li)}$ -детекторами объемом 0,5; 1 и 37  $\text{см}^3$  с разрешающей способностью: 1,0 кэВ (0,5  $\text{см}^3$ ) и 1,5 кэВ (1  $\text{см}^3$ ) при  $E_\gamma = 100$  кэВ; 1,5-2,0 кэВ (1  $\text{см}^3$ ) и 3,0 кэВ (37  $\text{см}^3$ ) при  $E_\gamma = 660$  кэВ. Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ "Минск-2" и "СДС-1604А". Для определения энергий

гамма-переходов проводились опыты с суммарным источником  $^{172}\text{Lu}$ ,  $^{56,57,60}\text{Co}$ ,  $^{113}\text{Sn}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{88}\text{Y}$ . Определенные из них энергии сильных линий  $^{172}\text{Lu}$  служили далее реперами для определения энергии более слабых переходов. Обработка спектров по энергиям гамма-переходов осуществлялась на ЭВМ "БЭСМ-6" по программе Аврамова /11/. Исследование слабого позитронного излучения  $^{172}\text{Lu}$  проводилось на бета-спектрометре с Si(Li) -детектором, помещенном в однородное магнитное поле. Спектры электронов внутренней конверсии для оценок интенсивностей новых переходов измерялись на бета-спектрографах с разрешающей способностью 0,03-0,05%.

### Результаты измерений

В табл. 1 приведены определенные нами энергии и интенсивности гамма-лучей, возникающих при распаде  $^{172}\text{Lu}$ . Более чистые и сильные источники, улучшенные  $\gamma$ -спектрометры, по сравнению с /10/, позволили значительно уточнить интенсивности и энергии многих известных  $\gamma$ -переходов, обнаружить 19 новых переходов и 22 перехода, наблюдавшихся ранее только в спектрах конверсии /6,9/. Гамма-линии 383, 953, 963, 970, 979, 1152 кэВ, обнаруженные в /10/, мы не наблюдали. По нашим оценкам интенсивность их меньше 0,1-0,2 единиц табл. 1. Поскольку они не наблюдались и в спектрах конверсии /9,12/, в табл. 1 они не включены.

В колонке 1 погрешности в  $E_\gamma$  соответствуют среднеквадратичным ошибкам по результатам нескольких опытов. Для расчетов  $a_k$  известных линий мы использовали средние значения  $I_k$  из работ /6-8/ в области мягких энергий, а в области жестких энергий  $I_k$  - из работы /9/. При расчетах  $a_k$  предполагалось, что  $a_k(10\text{ЭЗ}) = 2,62 \cdot 10^{-3}$  (среднее значение по ряду работ, см. /8/). На бета-спектрометре мы наблюдали слабое позитронное излучение  $^{172}\text{Lu} (\leq 0,04\% \text{ на распад})$ . Оценки граничной энергии дали значение  $1300 \pm 250$  кэВ. При предположении, что  $\beta^+$ -распад идет на уровень  $4^+_2 0g$ , получаем разность масс 2650 кэВ, что согласуется с систематикой /13/.

Таблица I.

Таблица уровней при распаде  $^{172}\text{Lu} \rightarrow ^{172}\text{Yb}$ .

Э/ кэВ	$I_{\gamma}$	$I_{\gamma} / I_0$	$\alpha_{\gamma} \cdot 10^3$	Функция- польности	$E_i - E_f$	$I_i^{\pm}$	$I_f^{\pm}$
Настоящая работа							
1	2	3	4	5	6	7	
78,743(8) <sup>a</sup>	54,6(27)	54,8(22)		12	78 - 0	2 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>
90,634(15) <sup>b</sup>	24,7(12)	25,5(13)	1300±100	12+II	1263 - 1172	4 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>
112,752(23) <sup>a</sup>	6,94(26)	7,35(49)	140±150	12+II	1375 - 1233	5 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>
118,99(4)	0,22(3)	0,16(3)			2192 - 2073	5 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>
134,29(5)	0,36(3)	0,17(2)	550±140	12	1510 - 1377	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>
134,0(5)	0,10(3)	0,18(4)			3000 - 1812	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>
142,35(23)	0,11(3)	0,18(2)					
145,07(2)	0,58(3)	0,15(10)	320±100	12+II			
151,49(3)	0,23(3)	0,22(6)			1700 - 1343	3 <sup>+</sup>	2 <sup>+</sup>
155,93(9) <sup>c</sup>	0,11(2)		1100±400	II			
170,15(5)	0,32(3)	0,11(15)	300±200	II	1159 - 1777	1 <sup>-</sup>	1 <sup>-</sup>
174,74(2)	0,53(4)	0,50(5)			2155 - 1777	3 <sup>-</sup>	3 <sup>-</sup>
181,519(3) <sup>d</sup>	100	100	210±15	E2	260 - 79	4 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>
186,36(2)	0,53(4)	0,47(4)	<200	E1, E2	1703 - 1510	5 <sup>-</sup>	3 <sup>+</sup>
200,22(21) <sup>e</sup>	0,23(4)		140±40	E2	1832 - 1502	5 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>
203,424(16) <sup>d</sup>	24,30(73)	24,24(93)	100±10	E1	1375 - 1172	5 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>
210,28(4)	0,49(5)	0,30(6)	370±90	II	2073 - 1812	4 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>
224,00(1)	1,84(3)	1,58(13)	255±55	II	1879 - 1510	4 <sup>-</sup>	5 <sup>-</sup>
234,47(3)	0,32(1)	1,55(45)					
241,0(6)	0,12(3)	0,33(5)					
247,1(2)	2,81(9)	2,23(31)	89±13	E2	1510 - 1233	6 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>
251,26(6) <sup>f</sup>	0,23(1)				2000 - 1749	5 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>
254,11(6)	0,20(5)	0,38(6)			1803 - 1549	4 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>
264,77(1)	3,72(11)	3,21(43)	42±20	E1	1740 - 1573	5 <sup>-</sup>	5 <sup>+</sup>
270,00(5)	9,82(30)	9,14(59)	170±20	M1	2073 - 1803	4 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>
279,57(2)	5,82(18)	5,53(49)	84±20	E2	319 - 230	6 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>
319,08(4)	0,55(3)	0,76(8)	185±60	M1			
323,89(7)	7,14(22)	6,97(28)	140±20	M1	2073 - 1749	4 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>
329,29(6) <sup>g</sup>	0,64(7)				2192 - 1862	5 <sup>+</sup>	5 <sup>+</sup>
330,61(5)	2,91(11)	2,96(34)	<54	E1, E2	1706 - 1375	5 <sup>-</sup>	5 <sup>+</sup>
337,69(25)	0,34(5)	0,30(4)	62±19	12+II	2000 - 1662	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>

I	2	3	4	5	6	7
548,04(6) <sup>F</sup>	0,21(7)	0,13(5)			I435 - III17	2 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
552,53(7)	0,50(7)	I,11(35)	50+20	E2+II		
558,53(5)	0,55(5)	0,55(5)	9I+25	II	I476 - III17	2 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
					2265 - I926	4 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
556,66(2)	I,44(7)	I,54(19)	15+5	I	2073 - I706	4 <sup>+</sup> - 5 <sup>-</sup>
572,51(4)	I2,75(38)	I,85(84)	75+20	II	2073 - I700	4 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
577,53(4)	15,83(48)	I5,88(48)	15+5	3I	I340 - I233	5 <sup>-</sup> - 4 <sup>+</sup>
589,35(7) <sup>E</sup>	0,54(5)					
599,72(3)	2,54(10)	2,54(15)	I14+3,2	(II)	I562 - I263	3 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
110,31(3)	2,22(26)	3,73(34)	2+11	II	2073 - I562	4 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
415,62(16)	0,50(8)	0,39(6)	97+35	II	I926 - I510	5 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
422,62(4)	0,75(5)	0,82(11)	I19+45	(II)	2265 - I862	4 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
427,17(5)	0,50(5)	0,50(10)	I40+50	E2, (II)	I713 - I286	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
432,53(4)	7,84(24)	7,70(47)	10+3	II	2073 - I640	4 <sup>+</sup> - 5 <sup>-</sup>
437,61(5)	I,13(6)	I,13(10)	52+23	II	I700 - I233	3 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
443,30(4) <sup>F</sup>	0,75(9)	0,73(11)	≤52	E1-III	I703 - I263	5 <sup>-</sup> - 4 <sup>+</sup>
486,78(15) <sup>G</sup>	0,53(12)		55+16	II	2343 - I852	4 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
482,24(4)	2,50(12)	3,48(24)	40+5	II	2285 - I803	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
483,11(2)	3,15(13)	3,57(35)	38+5	II	I749 - I263	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
480,41(4)	9,01(26)	9,69(54)	39+5	II	I562 - I172	3 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
512,50(5)	0,89(5)	0,75(12)	41+11	II	2213 - I700	3 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
523,33(5)	I,13(11)	I,13(22)	I7+5	E2	2073 - I549	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
528,23(5)	I9,48(53)	I9,55(57)	35+4	II	I700 - I172	3 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
534,43(20) <sup>D</sup>	0,38(11)		24+11	E2,MI	2132 - I657	5 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
536,13(3)	3,15(12)	3,43(19)	32+5	II	2285 - I749	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
549,14(5)	0,52(21)	0,52(44)	29+5	II	I603 - I263	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
551,10(4)	I,32(11)	2,10(12)	3,7+3,2	E2	I926 - I375	5 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
555,2(5) <sup>G</sup>	0,50(15)		6,8+4,1	E2,E1		
562,05(7)	0,59(5)	0,57(13)	≤5,5	II		
565,50(17)	0,39(7)	0,83(44)	15+6	E2+(II)	2175 - I608	3 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
573,63(5)	I,56(6)	I,75(16)	27+5	II	I749 - I172	4 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
584,51(4)	I,71(10)	I,81(23)	28+4	II	2285 - I700	4 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
594,41(5)	2,11(14)	2,89(34)	24+4	II	2343 - I749	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
595,52(39) <sup>G</sup>	0,52(11)		I3+7	E2	I713 - III17	4 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
599,85(8) <sup>G</sup>	I,31(13)		6,8+2,8	E2	I862 - I263	5 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
604,53(29) <sup>H</sup>	0,57(15)				2213 - I508	3 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
607,05(5)	2,59(14)	3,25(25)	8,5+1,7	E2	2073 - I465	4 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>

1	2	3	4	5	6	7
522,41(9) <sup>G</sup>	0,70(9)		28±10	MI	2285	1662 4 <sup>+</sup> -3 <sup>+</sup>
525,85(8)	1,47(10)	1,47(16)	≤7,7	LI		
530,33(9)	1,85(17)	1,49(27)	30±11	MI	1803	1172 4 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
642,95(6) <sup>G</sup>	0,99(17)		26±8	MI	2343	1700 4 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
544,56(8)	0,59(10)	1,18(28)	9,4±3,8	E2		
546,49(30) <sup>G</sup>	0,23(8)		35±15	MI	1869	1221 4 <sup>-</sup> - 3 <sup>-</sup>
554,27(11) <sup>G</sup>	0,55(7)		24±10	MI	2213	1549 3 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
601,65(5)	3,35(13)	3,75(29)	14±3	MI	2192	1510 5 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
617,28(4)	30,05(90)	29,2(13)	14±2	MI	2073	1375 4 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
709,08(3)	5,95(14)	3,62(21)	7,4±1,3	E2	2175	1465 3 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
723,62(3)	2,18(12)	2,43(19)	7,2±1,5	E2	1263	539 4 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
746,57 <sup>G,H</sup>	0,30(10)				1286	539 4 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
758,75(10) <sup>H</sup>	0,53(10)		9,2±5,0	E2,MI		
810,08(4)	79,8(24)	79,7(19)	10±1	MI	2073	1263 4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
816,27(4)	5,49(19)	5,49(33)	14±4	MI	2192	1375 5 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
835,71(7)	0,54(7)	0,86(25)	13±7	MI	1375	539 5 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
857,51(26) <sup>G</sup>	0,43(9)		9,4±5,1	E2,MI	1117	260 2 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
858,35(42)	0,17(6)	1,59(73)	≤37	E1-E2		
906,75(5)	143(4)	144(3)	8,2±0,5	MI	2073	1172 4 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
909,55(C) <sup>G</sup>	3,59(33)		9,7±1,8	MI	2385	1375 4 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
912,62(6)	74,2(22)	74,0(18)	4,5±0,3	E2+MI	1172	260 3 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
925,12(3)	14,88(45)	15,75(53)	7,2±0,5	MI	2192	1263 5 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
956,57(23) <sup>H</sup>	0,25(5)				2213	1263 3 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
961,00(13)	0,17(10)	0,45(17)			1221	260 3 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
967,55(4)	0,93(6)	0,94(13)	5,8±1,5	MI	2343	1375 4 <sup>+</sup> - 5 <sup>+</sup>
991,3(16)	0,24(6)	0,56(18)	≤14	E1-MI	2213	1221 3 <sup>+</sup> - 5 <sup>-</sup>
1062,75(4)	25,57(81)	25,45(62)	5,3±0,3	E2+(E1)	1263	260 4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
1061,78(11) <sup>F</sup>	0,31(6)					
1019,58(12)	0,57(9)	0,87(50)	≤2,9	E1,E2	2192	1172 5 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
1022,35(3)	5,93(21)	7,41(29)	6,1±0,5	MI	2285	1263 4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
1026,44 <sup>G,H</sup>	0,30(16)		6,8±3,5	MI	1286	260 4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
1039,03(6)	0,33(8)	1,03(50)	8,3±1,6	MI	1117	76 2 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
1040,92(3)	1,94(7)	1,91(25)	5,1±0,7	MI	2213	1172 3 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
1055,0(10)	0,18(6)	0,43(6)	≤8,9	E1-EI		
1061,50(12)	0,57(6)	0,50(11)	≤2	E1		
1063,74(6)	4,28(16)	5,72(16)	6,3±1,2	MI	2343	1263 4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
1093,61(4)	509(9)	320(7)	2,62	E2	1172	78 3 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>

1	2	3	4	5	6	7
II12,95(4)	8,34(41)	9,46(44)	4,6+0,4	MI	2285 - II72	4 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
II15,34(10)	1,68(18)	1,00(22)	4,4+0,9	MI	I375 - 260	5 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
II25,22(6)	0,46(6)	0,51(7)	8,8+2,2	(MI)		
II42,69(16)	0,17(3)	0,50(20)	≤ 8,8	EI-MI	I22I - 78	3 <sup>-</sup> - 2 <sup>+</sup>
II47,0(10)	0,09(3)	2,43(35)	≤ 135	EI-M2		
II66,40(15)	0,38(5)	0,72(15)	≤ 1,7	EI	I706 - 439	5 <sup>-</sup> - 3 <sup>+</sup>
II71,49(36)	0,14(3)	1,26(23)	≤ 2,9	EI-M2	2324 - II72	4 <sup>+</sup> - 3 <sup>+</sup>
II79,5(7)	0,09(3)	0,61(16)	≤ 4	EI, E2(MI)		
II84,52(7)	1,69(7)	2,44(17)	2,5+0,3	E2	I265 - 78	4 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
I205,65(33) <sup>O</sup>	0,19(3)		2,6+1,0	E2	I465 - 260	2 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
I209,31(18) <sup>B</sup>	0,33(5)		3,6+1,4	E2,MI	I749 - 539	4 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
I236,71(13) <sup>O</sup>	0,24(5)		6,1+2,5	MI	I778 - 539	5 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
I265,21(14) <sup>B</sup>	0,27(3)		5,4+3,4	E2,MI	I803 - 539	4 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
I288,86(8)	0,94(5)	0,77(10)	2,5+0,4	E2,MI	I549 - 260	3 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
I322,88(7)	0,50(5)	0,76(12)	1,9+0,4	E2	I862 - 539	5 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
I329,77(13) <sup>B</sup>	0,19(3)		3,0+1,4	E2,MI		
I373,00(10) <sup>O</sup>	0,16(3)		5,1+3,2)	MI		
I387,26(6)	4,35(13)	4,05(16)	1,7+0,2	E2	I465 - 78	2 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
I397,51(4)	1,36(6)	1,72(24)	1,5+0,3	E2	I657 - 260	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
					I476 - 78	2 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
I400,25(48) <sup>C</sup>	0,46(12)	0,98(15)	≤ 2,9	EI-MI		
I402,56(3)	3,22(16)	3,09(23)	1,8+0,2	E2	I662 - 260	3 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
I440,44(2)	2,91(10)	3,37(24)	1,6+0,2	E2	I700 - 260	3 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
I446,34(18) <sup>B</sup>	0,16(4)				I706 - 260	5 <sup>-</sup> - 4 <sup>+</sup>
I435,98(5)	3,19(17)	3,34(18)	1,8+0,3	E2	I465 - 0	2 <sup>+</sup> - 0 <sup>+</sup>
I470,41(2)	3,54(15)	3,05(14)	1,5+0,2	E2	I549 - 78	3 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
I476,77(15) <sup>O</sup>	0,17(5)		1,9+1,1	E2,MI	I476 - 0	2 <sup>+</sup> - 0 <sup>+</sup>
I486,97(5)	5,74(21)	5,53(22)	1,4+0,1	E2	I749 - 260	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
I518,69(6) <sup>B</sup>	0,22(2)		2,9+1,2	MI	I778 - 260	5 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
I529,92(10)	0,38(3)	0,69(13)	≤ 1,7	EI, E2	I606 - 78	2 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
I532,94(40) <sup>B</sup>	0,15(2)				2070 - 539	4 <sup>+</sup> - 6 <sup>+</sup>
I542,92(4)	5,06(20)	4,84(27)	1,5+0,2	E2	I803 - 260	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
I544,98(20) <sup>C</sup>	0,002(13)		1,5+0,3	E2,MI		
I572,0(5)	0,14(3)	0,20(6)	≤ 1,5	EI, E2		
I579,08(7)	0,39(5)	1,01(10)			I657 - 78	4 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
I584,15(6)	13,21(47)	12,78(33)	1,6+0,1	E2+MI	I662 - 78	3 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
I601,30(28)	0,079(20)	0,40(9)	≤ 5,5	EI-M2		



1	2	3	4	5	6	7
1602,60(3)	1,48(7)	1,45(19)	1,6±0,4	32, II	1632 - 76	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
1608,32(10)	0,52(7)	0,52(7)	2,7±1,9	32, II	1608 - 0	2 <sup>+</sup> - 0 <sup>+</sup>
1632,01(5)	10,33(12)	10,74(41)	1,8±0,18	32	1700 - 76	3 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
1635,20(22) <sup>B</sup>	0,057(21)				1718 - 76	1 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
1652,48(19) <sup>B</sup>	0,072(15)					
1666,88(4)	1,44(8)	0,97(35)	≤ 1	31		
1670,57(4)	2,72(12)	2,80(34)	1,5±0,6	32, II	1749 - 76	4 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
1724,45(6)	2,23(8)	2,18(10)	1,5±0,4	32, II	1603 - 76	4 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
1743,24(17) <sup>B</sup>	0,15(2)					
1804,60(20) <sup>B</sup>	0,082(12)					
1812,92(9)	1,04(4)	0,93(5)	0,93±0,24	12	2073 - 230	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
1904,09(34) <sup>B</sup>	0,073(21)					
1914,74(9)	2,97(12)	2,92(14)	1,6±0,3	31	2115 - 230	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
1920,84(19)	0,099(15)	0,49(20)	≤ 6	PI-32		
1931,83(7)	0,18(2)	0,21(4)	≤ 2,8	PI-41	2192 - 230	5 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
1994,28(7)	0,77(5)	0,61(9)	0,6±0,043	32, II	2073 - 76	4 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>
2024,39(7)	0,28(2)	0,27(9)	1,9±0,7	31	2235 - 230	1 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
2047,55(22) <sup>B</sup>	0,048(11)					
2083,23(12)	1,09(8)	1,51(30)	1,4±0,6	31	2343 - 230	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
2096,40(16)	0,34(2)	0,54(14)	1,2±0,4	31	2343 - 230	4 <sup>+</sup> - 4 <sup>+</sup>
2136,96(26) <sup>B</sup>	0,032(8)					
2205,16(23)	0,080(6)	0,15(5)	≤ 1,1	31-31		
2234,93(25) <sup>B</sup>	0,065(6)				2343 - 76	4 <sup>+</sup> - 2 <sup>+</sup>

Примечание: а -  $E_{\gamma}$  определены в работе /12/ как средневзвешенные по всем известным литературным данным.

б -  $E_{\gamma}$  известны из спектров электронов конверсии  $^{172}\text{Lu}$  и впервые наблюдаемые нами в спектрах гамма-лучей.

в - Новые гамма-линии, обнаруженные в нашей работе.

г, д, е -  $E_{\gamma}$  взяты из работ /5/, /9/, /10/ соответственно.

### Схема уровней $^{172}\text{Yb}$

На основе полученных экспериментальных данных мы проанализировали схему распада  $^{172}\text{Lu}$ , данную в /10/. Результат показал, что в рамках наших значений  $E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$  (табл. 1) наблюдается хорошее согласие в энергетическом балансе для всех надежно установленных ранее уровней. Разногласие, наблюдаемое в /10/, было, таким образом, снято. Дополнительные данные о мультипольностях гамма-переходов, а также наличие новых гамма-лучей позволили уточнить и дополнить возможную разрядку известных состояний, более четко определить спины некоторых из них. Кроме того, введены уровни:  $2^+$ , 0 1117,77;  $4^+$ , 0 1286,60;  $2^+$ , 0 1476,47;  $3^-$ , 1 1221,40;  $5^+$ , 2 1778,80 кэВ, обнаруженные ранее в ядерных реакциях и при распаде  $^{172}\text{Tm}$ , а также состояния  $4^-(3)$  1869,55;  $4^+(0)$  1713,87;  $3^+$  2000,48 кэВ. Существование уровней 2181 и 1792 кэВ, предложенных в работе /10/, не получило подтверждения в наших данных. В итоге, в схеме уровней  $^{172}\text{Yb}$  размещено около 80% переходов. Суммарная интенсивность неразмещенных переходов составляет 2,5% на распад. В рамках построенной схемы (рис. 1,2) и оценки разности масс были определены заселенности уровней и вероятности бета-распада на них (табл. 2).

### Состояния с $K = 0^+$

Ротационная полоса  $0^+$ , 0 1042,85;  $2^+$ , 0 1117,805;  $4^+$ , 0 1286,42 кэВ проявляется при распаде  $^{172}\text{Tm}/5/$  и во свех ядерных реакциях. Мы вводим уровни  $2^+$ , 0 1117,77 и  $4^+$ , 0 1286,60 кэВ при распаде  $^{172}\text{Lu}$  (рис. 1). Заселяются они каскадами сверху. Для уровня 1117 кэВ соотношение интенсивностей переходов  $I_{\gamma}(1039) : I_{\gamma}(857)$  одинаково при распаде  $^{172}\text{Tm}(1:1)$  и при распаде  $^{172}\text{Lu}(1:0.77(20))$ . Согласно теории /14/, данная полоса является бета-вибрационной. Однако из кулоновского возбуждения следует малое значение  $B(E2) = 0,24$ .



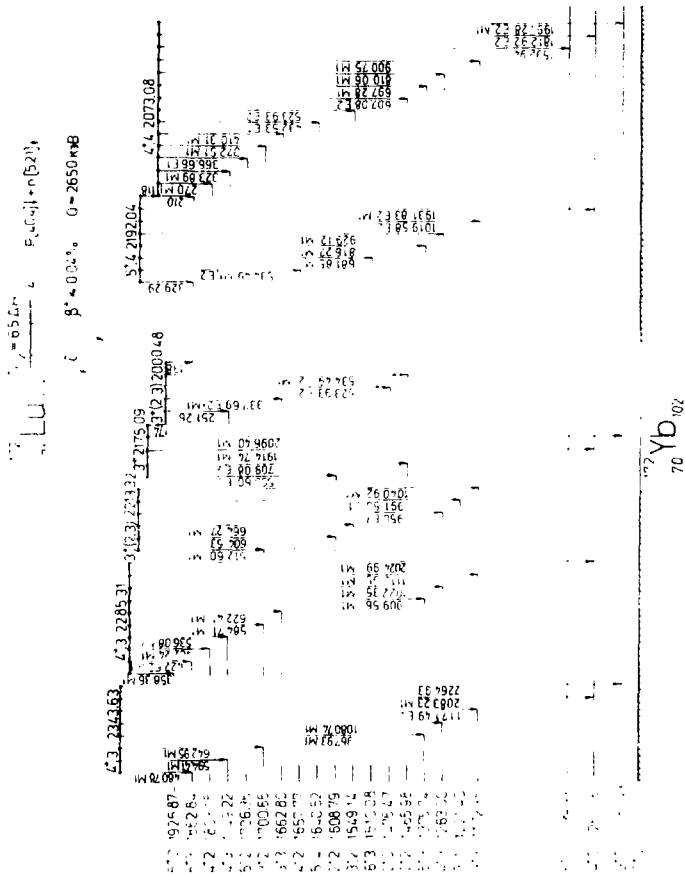


Рис. 2. Схема уровней 172 Yb с энергией выше 2 МэВ.

70 Yb<sup>102</sup>

Таблица 2

Уровни  $^{172}\text{Lu}$ , проявившиеся при распаде  $^{172}\text{Lu}$ 

$\Gamma, K$	Уровень кэВ	% на распад	$\log ft$	Структура уровня
$2^+, 0$	1117,77(20)	$\approx 0$		$n 521 \downarrow - n 521 \downarrow$
$4^+, 0$	1286,60(10)	$\approx 0$		$+ n 512 \uparrow - n 512 \uparrow$
$2^+, 0$	1476,47(15)	$\approx 0$		$n 633 \uparrow - n 633 \uparrow 52\%$ $n 521 \downarrow - n 521 \downarrow 46\%$
$4 (0)$	1713,87(14)	0,19	9,5	-
$3^-, 1$	1221,40(16)			оккуп. н. н. б. + $n 633 \uparrow - n 512 \uparrow$
$5^-, 4$	1640,52(4)	1,85	8,5	$n 521 \downarrow - n 624 \uparrow$
$5^-, 2$	1706,36(4)	0,58	9,0	$n 642 \uparrow - n 521 \downarrow 94\%$
$4^-, (3)$	1869,55(4)	0,21	9,3	$n 633 \uparrow - n 521 \downarrow$
$3^+, 3$	1172,35(4)	5,5	8,3	
$4^+, 3$	1263,00(3)	1,3	9,0	$n 512 \uparrow + n 521 \downarrow$
$5^+, 3$	1375,74(4)	0,71	9,2	
$6^+, 3$	1510,08(4)	$\approx 0$		
$2^+, 2$	1465,98(5)	$\approx 0$		
$3^+, 2$	1549,14(5)	0,38	9,3	гамма-вibrac.
$4^+, 2$	1657,77(4)	0,17	9,5	
$5^+, 2$	1778,80(8)	0,1	9,7	
$2^+, 2$	1608,79(8)	$\approx 0$		
$3^+, 2$	1700,66(4)	3,2	8,3	$n 512 \uparrow - n 521 \downarrow$
$4^+, 2$	1803,15(4)	0,39	9,0	
$5^+, 2$	1880,87(6)	0,47	8,8	
$3^+, 3$	1662,80(3)	3,3	8,3	$n 505 \uparrow - n 512 \uparrow$
$4^+, 3$	1749,22(5)	0,26	9,3	
$5^+, 3$	1862,84(4)	0,08	9,6	
$4^+, 4$	2073,08(2)	59%	6,6	$p 411 \downarrow + p 404 \downarrow$ или
$5^+, 4$	2192,04(3)	5,0	7,4	$n 521 \downarrow + n 514 \downarrow$
$3^+(2, 2)$	2000,48(7)	0,16	9,2	
$3^+$	2175,09(5)	1,6	8,0	
$3^+ 1/2, 3$	2213,32(8)	0,84	8,2	
$4^+, 3$	2285,31(3)	5,2	7,3	$p 411 \downarrow - p 404 \downarrow$ или
$4^+, 3$	2343,63(4)	1,95	7,5	$n 521 \downarrow - n 514 \downarrow$

В реакциях  $(d, t)$  ( $^3\text{He}, \alpha$ ) <sup>2/</sup> показано, что данные состояния имеют структуру  $(\pi 521^- - \pi 521^+) + (\pi 512^+ - \pi 512^-)$ .

В  $(\pi, \gamma)$ -реакции <sup>4/</sup> и при распаде  $^{172}\text{Tm}$  <sup>5/</sup> наблюдалось ротационное состояние  $2^+, 0$  1476,62 кэВ. Основное состояние имеет энергию 1405,7 кэВ <sup>4/</sup>. Мы полагаем, что при распаде  $^{172}\text{Lu}$  проявляется уровень  $2^+, 0$  1476,47 кэВ (рис. 1), заселяющийся сверху. Отношение интенсивностей переходов  $I_\gamma(1476) : I_\gamma(1397) : I_\gamma(358)$ , разряжающих его, различаются при распаде  $^{172}\text{Tm}$  (1:2,7:0,03) и распаде  $^{172}\text{Lu}$  (1:8:3). Очевидно, это связано с двойным расположением гамма-переходов 358 и 1397 кэВ в схеме распада  $^{172}\text{Lu}$  (см. табл. 1). Что касается структуры этой полосы, то, по-видимому, она достаточно коллективизирована, поскольку уровни ее проявляются в реакции  $(p, t)$  <sup>3/</sup> и не проявляются в  $(d, p)$ ,  $(d, t)$ -реакциях. На этом основании ей можно приписать структуру однофононного состояния  $\pi 633^+ - \pi 633^-$  (52%),  $\pi 521^- - \pi 521^+$  (46%), предсказанного в работе <sup>14/</sup> при энергии 1,7 МэВ.

Мы вводим также новое состояние  $4^+(0)$  1713,87 кэВ, которое разряжается только на уровни полос  $K^\pi = 0^+$ . Этот факт и возможная мультипольность  $E0 + E2$   $\gamma$  427 кэВ позволяют предполагать, что это состояние является ротационным в полосе с  $K^\pi = 0^+$ . Если параметр инерции этой полосы  $A \approx 12$  кэВ (как в случае двух предыдущих полос с  $K^\pi = 0^+$ ), то основное состояние должно иметь энергию  $\approx 1473$  кэВ, а второй уровень  $2^+, 0 \approx 1545$  кэВ. В реакциях  $(d, p)$ ,  $(t, t)$ ,  $(^3\text{He}, \alpha)$  <sup>1,2/</sup> наблюдались уровни с близкой энергией: 1475, 1544 и 1720 кэВ. Подобные состояния не проявились в  $(p, t)$ -реакции. По-видимому, они имеют значительную долю двухквaziчастичной компоненты.

### Состояния с отрицательной четностью

Мы вводим при распаде  $^{172}\text{Lu}$  уровень  $3^-$  1221,40 кэВ, который наблюдался ранее только в реакциях  $(d, d')$ ,  $(d, t)$ ,  $(\pi, \gamma)$ . При распаде  $^{172}\text{Lu}$  он заселяется сверху.

Длинный уровень является ротационным в полосе октупольных колебаний  $K = 1^-$  с большим вкладом компонент  $n633^+ - n512^{+2/}$ .

Уровень 1640,52 кэВ разряжается двумя сильными переходами на полосу  $K = 3$  (рис. 1). Спин его может быть  $4^-$  или  $5^-$ . Из величины относительной приведенной вероятности  $R = 0,70$  следует, что при  $I^\pi = 4^-$  должно быть  $K = 3$  ( $R_{\text{теор.}} = 0,46$ ), а при  $I^\pi = 5^-$   $K = 3$  ( $R_{\text{теор.}} = 1,0$ ) или  $K = 4$  ( $R_{\text{теор.}} = 0,46$ ). Однако более вероятной кажется комбинация  $I^\pi, K = 5^-, 4$ , ибо только в этом случае можно объяснить отсутствие разрядки уровня 1640 кэВ на уровни  $3^+$  и  $6^+$  полосы  $K = 3$ .

Теорией при энергии 1,8 МэВ в  $^{172}\text{Yb}$  предсказывается двухквaziчастичное состояние  $n521^+ - n624^{+14/}$ . Значение  $\log ft = 8,5$  для  $\beta$ -перехода на уровень 1640 кэВ не противоречит приписанию ему этой структуры. В пользу его двухквaziчастичной структуры служит и то, что в реакциях  $(d, p)^{1/2}$  наблюдался уровень с близкой энергией 1636 кэВ.

Состоянию 1706 36 кэВ в работе <sup>10/</sup> был приписан спин  $(4,5,6)^+$ . Из наших данных следует, что  $I^\pi = 5^-$ . Как видно из табл. 3, квантовое число  $K$  равно 2. Согласно расчетам работы <sup>14/</sup>, в  $^{172}\text{Yb}$  должны быть два коллективных состояния с  $K = 2^-$  при энергиях 1,4 и 2,4 МэВ. Однако на нижнее состояние распад  $^{172}\text{Lu}$  запрещен (основная компонента его  $n624^+ - n512^+$  79%), на второе бета-распад возможен:  $n642^+ - n521^+$  94%. Не исключено, что уровень 1706 кэВ относится к ротационной полосе этого состояния. Значение вероятности бета-перехода на его ( $\log ft = 9,0$ ) не противоречит этой интерпретации.

Для нового уровня  $4^-$  1869,55 кэВ, вводимого нами, характерна разрядка  $M1$ -переходами на все состояния отрицательной четности (рис. 1). По-видимому, это состояние смешанное, с большой долей  $K = 3$ . При энергии 1,7 МэВ в  $^{172}\text{Yb}$  предполагается двухквaziчастичное состояние с  $K = 3$   $n633^+ - n521^{+14/}$ . Возможно, уровень 1869 кэВ относится к этому состоянию. При этом становится понятен способ его разрядки: для всех

переходов на уровни отрицательной четности отсутствует запрет по асимптотическим квантовым числам. Бета-переход на уровень данной структуры должен быть более задержан, чем на уровень 1640 кэВ, что мы и наблюдаем (табл. 2).

### Состояния с $K = 3$

Ротационная полоса  $K = 3$  на уровне 1172 кэВ (рис.1) наиболее необычна для четно-четного деформированного ядра: она расположена ниже гамма-вибрационного состояния. Исследована она наиболее полно, уровни полосы проявляются во всех реакциях, при распаде  $^{172}\text{Tm}$  и  $^{172}\text{Lu}$ . Структура ее  $\pi 512^+ \rightarrow \pi 521^-$  надежно установлена. Мы вводим лишь гамма-переход 835,71 кэВ с уровня 1375 кэВ.

Другая ротационная полоса  $K = 3$  на уровне 1662 кэВ (рис. 1) проявляется, кроме распада  $^{172}\text{Lu}$ , в реакциях  $(d, t)$ ,  $(^3\text{He}, \alpha)^{2/}$ , а основное состояние при распаде  $^{172}\text{Tm}$   $^{5/}$ . Мы дополняем разрядку уровней 1749 и 1862 кэВ гамма-переходами 1209 и 599 кэВ, соответственно. Определение природы данной полосы менее однозначно, по сравнению с предыдущей. В реакциях  $(d, t)$  ей приписана структура  $\pi 505^+ \rightarrow \pi 512^+$ . Но в этом случае  $\log ft = 6,77^{5/}$  для бета-перехода  $\pi[505] \rightarrow \pi[411]$ .  $^{172}\text{Tm}$  на уровень 1662 кэВ кажется слишком малым. Однако другая возможная интерпретация состояния 1662 кэВ как  $\pi 404^- \rightarrow \pi 411^-$   $^{14/}$  встречает еще большие трудности: при этом бета-распад  $^{172}\text{Lu}$   $\pi[411]_1 \rightarrow \pi[521]_1$  не имеет запрета, а в  $^{172}\text{Tm}$   $\pi[512]^+ \rightarrow \pi[404]_1$  должен быть более запрещен. В действительности же наблюдается обратная картина. По-видимому, состояние 1662 кэВ имеет сложную структуру:  $\pi 505^+ \rightarrow \pi 512^+$  плюс большая доля компоненты  $\pi 512^+ \rightarrow \pi 521^-$  за счет смешивания с соседней полосой  $K = 2$  (1608 кэВ). Наличие примеси с  $K = 2$  подтверждается расчетами относительных приведенных вероятностей гамма-переходов с уровнями 1662 и 1749 кэВ  $^{10/}$ . Вклад этой примеси значительно облегчает бета-распад  $^{172}\text{Tm}$  и делает возможным бета-распад  $^{172}\text{Lu}$  на уровни этой полосы.



## Состояние с $K = 2$

В  $^{172}\text{Yb}$  ротационные полосы с  $K = 2$  на состояниях 1465 и 1608 кэВ (рис. 1) наблюдаются во всех реакциях, при распаде  $^{172}\text{Tm}$  и  $^{172}\text{Lu}$ . К настоящему времени установлено, что состояние 1465 кэВ является гамма-вибрационным, а состояние 1608 кэВ содержит большую долю компоненты  $\pi 512^+ - \pi 521^-$ . Значения  $\log ft$  для бета-переходов в  $^{172}\text{Lu}$  согласуются с этой интерпретацией (табл. 2). Мы дополняем разрядку уровня 1465 кэВ переходами 348 и 1205 кэВ. Наиболее спорным в этой полосе является уровень  $5^+$ . Он не идентифицирован непосредственно в реакциях ( $d$ ,  $p$ ). Авторы <sup>/10/</sup> предположили, что состоянием  $5^+$  является уровень 1792 кэВ (на основании параметра инерции). Нам это кажется необидительным, т.к., во-первых, уровень с такой энергией не наблюдался в реакциях и, во-вторых, разрядка его обособана очень слабо: она нетипична для данной полосы, причем уровень разряжается двумя переходами, один из которых ( $\gamma 134$  кэВ) был расположен авторами еще в двух местах схемы. Мы полагаем, что состоянием  $5^+$  может быть уровень 1778,80 кэВ, разряжающейся на уровни полосы основного состояния подобно другим уровням полосы  $K = 2$  (1465 кэВ) (рис. 1). Кроме того, в реакциях ( $d$ ,  $t$ ) <sup>/2/</sup> наблюдается уровень с близкой энергией 1779 кэВ. Тот факт, что мультипольности  $\mu 238$  и  $\mu 1518$  кэВ  $M1$  не должно противоречить этому размещению, поскольку в ядре  $^{172}\text{Yb}$ , ввиду сильного смешивания,  $M1$ -переходы на основное состояние наблюдаются с уровней и с большими  $K$  (например, с уровня 1375, рис. 1).

Основное состояние другой полосы с  $K=2$  1608,79 кэВ наиболее интенсивно проявляется при распаде  $^{172}\text{Tm}$ , при распаде  $^{172}\text{Lu}$  оно проявляется слабо. Мы направляем с ротационного уровня  $4^+$  1803 кэВ гамма-переходы 1263 и 254 кэВ; гамма-переходы 145 и 427 кэВ, предложенные в <sup>/10/</sup>, не удовлетворяют балансу энергий. Наибольшие изменения внесены в разрядку ротационного уровня  $5^+$  1926 кэВ. Гамма-переходы 134, 1387 и 1666 кэВ,

направленные с него в работе /10/, не могут быть расположены здесь:  $\gamma 134$  кэВ идет на уровень 1792, который весьма сомнителен, и расположен еще в другом месте схемы;  $\gamma 1387$  кэВ не удовлетворяет балансу энергий;  $\gamma 1666$  кэВ, направленный на  $4^+$ ,  $0_g$ , имеет мультипольность E1. Мы полагаем, что с уровня 1926 кэВ идут два перехода, оба на состояния полосы 1172 кэВ, что типично для разрядки полосы  $K = 2$ , 1608 кэВ.

### Состояние с $K = 4$

Наиболее интенсивно заселяется при распаде  $^{172}\text{Lu}$  уровень  $4^+$  2073,08 кэВ (табл. 2). Его ротационным состоянием  $5^+$  является уровень 2192,04 кэВ (рис. 2). Мы направляем с уровня 2073 кэВ дополнительно переходы 523, 1532 кэВ, а с уровня 2192 кэВ – гамма-переходы 118, 329 и 534 кэВ. Гамма-переход 399 кэВ, введенный с уровня 2192 кэВ в /10/, не удовлетворяет балансу энергий. Сравнение экспериментальных и теоретических вероятностей гамма-переходов (табл. 4) не дает однозначного ответа о значении  $K = 3$  или  $K = 4$  данной полосы.

Однако предпочтение следует отдать  $K = 4$  на том основании, что при распаде  $^{172}\text{Lu}$  среди всех состояний наиболее сильно будут заселяться уровни типа  $p411; \pi 404$  и  $\pi 521; \pi 514$  /14/, причем в случае  $K = 4$  вероятность бета-распада больше, чем при  $K = 3$  (спины квазичастиц параллельны). Повидимому, уровень 2073 кэВ принадлежит одному из этих состояний с  $K = 4$ , но испытывает сильное смешивание с соседними уровнями с  $K = 3$ .

### Уровни с энергией больше 2 МэВ

При распаде  $^{172}\text{Lu}$  наблюдались состояния  $3^+$  2175;  $4^+$  2285;  $4^+$  2343 и  $(2,3,4)^+$  2213 кэВ /10/. Мы дополняем разрядку данных уровней переходами  $\gamma 174$  кэВ

Таблица 3

У-переходы, кэВ	R эксп.	R теор. K=2	K=3	K=4
У 443,330	9,2±1,5	7,1	1,0	0,46
У 443,196	9,5±1,7	9,8	1,4	0,07
У 330,196	1,0±0,1	1,4	1,4	0,15

Таблица 4

R эксп.		4 <sup>+</sup> 2073 кэВ				5 <sup>+</sup> 2192 кэВ		
		0,78(4) (У900, 810)	0,43(7) (У900, 697)	0,59(3) (У810, 697)	0,93(10) (У607, 523)	0,55(3) (У929, 816)	0,58(3) (У929, 681)	1,05(6) (У816, 681)
		1,67(10) (У410, 323)	0,52(10) (У410, 210)	0,32(7) (У323, 210)				
R теор.	K=4	0,30	0,03	0,12	0,56	0,46	0,07	0,15
	3	2,32	1,85	0,79	0,14	1,03	1,41	1,37
	2	12,5	22	1,78	2,25	7,1	9,8	1,37

Таблица 5

R эксп.		4 <sup>+</sup> 2285 кэВ			4 <sup>+</sup> 2343 кэВ	3 <sup>+</sup> 2213 кэВ	
		1,07(7) (У1112, 1022)	0,77(9) (У1112, 509)	0,73(8) (У1022, 909)	0,32(2) (У1080, 967)	2,60(74)	0,17(4)
		5,95(77) (У622, 536)	3,97(68) (У622, 422)	0,56(7) (У536, 422)	0,57(18) (У594, 480)	(У604, 512)	(У1040, 950)
R теор.	K=4	0,25	0,03	0,12	0,12	-	-
	3	2,3	1,85	0,79	0,79	0,35	0,33
	2	12	22	1,78	1,78	1,4	2,5

(ур. 2175);  $\gamma$ 909, 622 кэВ (ур. 2285);  $\gamma$ 2264, 1171, 642, 480 кэВ (ур. 2343);  $\gamma$ 991, 950, 664, 604 кэВ (ур. 2213) (рис. 2). Спин уровня 2213 определен нами как  $3^+$ . Мультипольность  $\gamma$ 625(E1) и  $\gamma$ 664 кэВ (E2) противоречит их размещению /10/ с уровнями 2175 и 2285 кэВ, соответственно. Мы вводим новое состояние  $3^+$  2000,48 кэВ, разряжающееся на уровни полосы  $K = 3$ , 1662 кэВ. Как следует из табл. 5, для уровней 2285 и 2343 кэВ квантовое число  $K = 3$ , для уровня 2213 кэВ трудно сделать выбор между  $K = 2$  и 3.

Исходя из крайних чисел  $K$  и большой заселяемости уровней 2285 и 2343 кэВ, можно предположить, что один из них имеет структуру  $\rho 411. - \rho 404.$ , а другой -  $\rho 521. - \rho 514. - 14'$ . В пользу этого служит и одинаковый способ разрядки уровней 2285, 2343 и 2073 кэВ, а также то обстоятельство, что наличие сильного смешивания с состояниями  $K = 3$  уровня 2073 кэВ не приводит к заторможенности бета-перехода на него.

Авторы работы /10/ предполагали, что уровни  $3^+$  2175 кэВ и  $4^+$  2285 кэВ составляют ротационную полосу  $K = 3$ . Нам это кажется неубедительным: во-первых, способы разрядки обеих уровней сильно различаются; во-вторых, вероятность заселения основного состояния меньше, чем ротационного (табл. 2) - обычно наблюдается обратная картина (для  $K = 3$ ); в-третьих, параметр инерции получается равным  $A = 13,7$  кэВ, в то время как для других полос с  $K = 3$ ,  $A = 11$  кэВ (полосы 1172 и 1662 кэВ); в-четвертых, квантовое число  $K$  уровня неизвестно.

В заключение авторы выражают искреннюю признательность Н.И.Громовой и Н.А.Лебедеву за высокое качество радиоактивных источников.

#### Литература

1. D.G.Burke, B.Elbek. Mat.Fys. Medd.Dan. Vid.Selsk., 36, No. 6 (1967).
2. B.A.O'Neil, D.G.Burke.Nucl.Phys., A182, 342 (1972).

3. M.A.Oothcudt, N.M.Hints.Nucl.Phys., A213, 221 (1973).
4. G.Alenius, S.E.Arnell, C.Schaje, E.Wal-lander. Physica Scripta., Vol. 3, No.2, 55 (1971).
5. C.W.Reich, R.C.Greenwood, R.A.Lokken. Nucl.Phys., A228, 365 (1974).
6. B.Harmatz, T.H.Handley, J.W.Mihelich. Phys.Rev., 123, 1758 (1961).
7. В.В.Тучкевич, В.А.Романов, М.Г.Иодко. Изв. АН СССР, сер.физ. 24, 1457 (1960).
8. G.Kaye. Nucl.Phys., A108, 625 (1968).
9. В.А.Балалаев, Б.С.Джелепов и др. Изв. АН СССР, сер.физ. 36, 71 (1972).
10. D.Sen, E.F.Zganjar. Nucl.Phys., A148, 634 (1970).
11. С.Р.Аврамов, В.С.Александров и др. Тезисы XXV Сове-щения по ядерной спектроскопии и структуре ядра. Ленинград, 1975 г. стр. 99.
12. В.А.Балалаев, Б.С.Джелепов и др. Изв. АН СССР, сер.физ. 38, 681 (1974).
13. A.H.Wapstra, N.B.Gove.Nucl.Data Table 9, No. 5 (1971).
14. Е.П.Григорьев, В.Г.Соловьев. "Структура четных деформированных ядер" М., Наука, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 апреля 1974 года.