

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Б-311

4045/2-78

18/ix-78

P6 - 11607

С.Бацев, Н.А.Бонч-Осмоловская, Ц.Вылов,
К.Я.Громов

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА ¹⁶⁹Lu

1978

P6 - 11607

С.Бацев, Н.А.Бонч-Осмоловская, Ц.Вылов,
К.Я.Громов

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА ^{169}Lu

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



Бацев С. и др.

P6 - 11607

Исследование распада ^{169}Lu

Исследовалось излучение при распаде ^{169}Lu . Измерены спектры γ -лучей и $\gamma\gamma$ -совпадений на спектрометрах с Ge(Li)-детекторами; спектр электронов внутренней конверсии измерялся на спектрометре с Si(Li)-детектором.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Batsev S. et al.

P6 - 11607

Investigation of the ^{169}Lu Decay

The spectra in the ^{169}Lu decay were investigated. Spectra of γ -rays and $\gamma\gamma$ -coincidences on spectrometers with Ge(Li)-detectors were measured. The spectrum of internal conversion electrons was measured on the spectrometer with a Si(Li)-detector.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1978

Свойства возбужденных состояний ^{169}Yb исследовались в реакциях (d,p) , $(d,t)^{1/}$; $(p,t)^{2/}$; $(n,\gamma)^{3-6/}$ при β -распаде $^{169}\text{Lu} - ^{169}\text{Yb}^{7-14/}$ и др. Спектры излучения ^{169}Lu очень сложны, чем и обусловлено большое количество работ, посвященных их изучению. Данная работа имела своей целью комплексное исследование распада ^{169}Lu путем измерения спектров γ -лучей, спектров электронов внутренней конверсии /ЭВК/, спектров $\gamma\gamma$ -совпадений. /Сведения о позитронном излучении ^{169}Lu были опубликованы нами ранее^{9/}/. Ставилась задача - уточнить и дополнить схему распада ^{169}Lu , в частности, попытаться разрешить часть противоречий, наблюдающихся в идентификации высоковозбужденных состояний ^{169}Yb при распаде ^{169}Lu /например, в^{8/} и^{12/}/.

МЕТОДИКА

Источник ^{169}Lu получался путем облучения танталовой мишени протонами с энергией 680 МэВ с последующей химической обработкой мишени, хроматографическим выделением лютеция и разделением его по изотопам на масс-сепараторе. Примесь соседнего изотопа ^{170}Lu в источниках ^{169}Lu не превышала 0,1%.

Спектры γ -лучей исследовались на спектрометре с Ge(Li)-детекторами объемами 0,8; 1,3 и 38 см³ и разрешающей способностью 0,5 кэВ / $E_\gamma \sim 100$ кэВ/; 0,9 кэВ / $E_\gamma \sim 200$ кэВ/; 2,1-2,7 кэВ / $E_\gamma \sim 1$ МэВ/ соответственно. Спектры ЭВК измерялись на спектрометре с Si(Li)-детектором. Описание спектрометров и методов обработки получаемой информации дано в^{/15-17/}. Спектры $\gamma\gamma$ -совпадений изучались на спектрометре с двумя Ge(Li)-детекторами /41 и 47 см³/, энергетическое разрешение которых равнялось 2,5 и 3,0 кэВ соответственно /при $E_\gamma = 1,3$ МэВ/. Временное разрешение спектрометра составляло $2\tau = 50$ нс. Коды событий /4096x4096/ передавались на ЭВМ HP-2116C и записывались на магнитную ленту. Сортировка данных проводилась после эксперимента^{/18/}.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Результаты измерений спектров γ -лучей и ЭВК представлены в табл. 1. Здесь же даны значения a_k , выводы о мультипольностях γ -переходов и размещении их в схеме распада ¹⁶⁹Lu, а также подтверждение данного размещения $\gamma\gamma$ -совпадениями.

Для расчета коэффициентов внутренней конверсии (a_k) связь шкал I_γ и I_k осуществлялась в предположении, что два интенсивных γ -перехода, 889 и 960 кэВ, являются чистыми E1. При этом мы получили:

$$a_k = 1,41(6) \frac{I_k}{I_\gamma} \cdot 10^{-3}$$

Значения I_k , взятые из других работ, помечены индексами, объяснение которых дается в примечаниях к табл. 1. Следует отметить, что в работе^{/11/} для области выше 1800 кэВ опубликованы завышенные значения I_k . Это приводит для подавляющего большинства γ -переходов к мультипольности типа M2 и даже M4. Последующие измерения I_k , выполненные этими же авторами^{/12-14/}

для ряда переходов в этой области энергий /например, γ 1985 кэВ, γ 2056 кэВ/, дают значения I_k , которые в среднем в 1,7 раз меньше приведенных в^{/11/}. Этот коэффициент был принят нами для определения I_k /данные табл.1/ в тех случаях, когда I_k известно только из работы^{/11/}.

В табл. 2 дается список γ -переходов, которые известны из данных о спектрах конверсии^{/8,11-14/}, но которые либо не проявились при обработке γ -спектров, либо проявились в уширении линий /как, например, сложный пик 635+636 кэВ/. В первом случае была сделана оценка I_γ , во втором мы приводим суммарное значение I_γ .

Всего табл. 1 и 2 включают в себя 281 γ -переход. Однако в действительности спектр еще обширнее. Сложные γ -переходы, которые в спектрах γ -лучей имеют полуширину линии больше нормы на 10% и более, помечены в табл. 1 звездочкой (*). Кроме того, в табл. 2 не помечены переходы, наблюдаемые в спектрах ЭВК^{/8,11-14/} аргументов в пользу существования которых мы не получили при изучении спектров γ -лучей.

Экспериментальные данные о $\gamma\gamma$ -совпадениях приведены в табл. 3. В первой колонке указано "окно", т.е. фиксированный γ -переход, во второй колонке перечислены энергии γ -лучей, совпадающих с данным γ -переходом. Измерения $\gamma\gamma$ -совпадений при распаде ¹⁶⁹Lu проведены впервые.

Используя полученные экспериментальные данные, а также разность масс ¹⁶⁹Lu - ¹⁶⁹Yb, определенную нами в работе^{/9/}, мы проанализировали схему возбужденных состояний ¹⁶⁹Yb, известную из литературы. Схема также дополнена большим числом новых состояний. Результаты по схеме распада ¹⁶⁹Lu публикуются в части II настоящей работы^{/9/}.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Н.А.Лебедеву и И.И.Громовой за приготовление качественных источников, М.Гонусеку за помощь при обработке $\gamma\gamma$ -совпадений.

Таблица 1

$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})$ кэВ	$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$	$I_K(\Delta I_K)$	$\alpha_K \cdot 10^3$	Мульти- польн.	Размеще- ние	Совп. УУ
1	2	3	4	5	6	7
12,31(2)				MI+E2	99 - 86	
14,22(4)				MI+E2	278 - 264	
20,44(2)				MI+E2	264 - 243	
24,20(2)				E3	24 - 0	
34,79(4)				MI+E2	278 - 243	
51,354K _x	146(3)					
52,389 K _x	254(5)					
59,4 K _x	82(2)					
61,0 K _x	20,7(5)					
62,730(I4)	2,79(II)			MI+E2	86 - 24	
70,880(6)	7,27(I3)	33000(4000) ^a	6400(900)	MI+E2	70 - 0	
75,036(6)	1,297(26)	1300(230) ^o	1400(300)	E2	99 - 24	
87,377(4)	10,50(I9)	26000(4000) ^o	3500(500)	MI+E2	278 - 191	У
90,764(4)	2,38(5)	5100(400) ^a	3000(300)	MI+E2	161 - 70	
91,765(3)	2,56(5)	6500(800) ^a	3600(400)	MI	191 - 99	
104,293(9)	2,04(7)	2900(600) ^o	2000(400)	MI+(E2)	191 - 86	У
108,004(25)	0,353(I8)	400(70) ^o	1600(300)	MI+E2	269 - 161	
110,924(4)	7,48(I8)	8200(I300) ^o	1550(250)	MI+E2	389 - 278	У
133,540(5)	0,843(22)	790(I30) ^o	1300(200)	MI	523 - 389	У
144,576(7)	2,41(6)	1400(250) ^o	900(150)	MI+E2	243 - 99	У
156,901(4)	6,01(II)	1200(200) ^o	280(50)	E2	243 - 86	У
161,659(I5)	0,74(4)	200(50) ^o	380(100)	E2	161 - 0	
165,020(7)	8,41(I6)	1400(240) ^o	240(50)	E2	264 - 99	У
166,509(I9)	0,546(25)	200(50) ^o	520(I40)	MI+(E2)	1449 - 1283	У
191,217(5)	88(2)	2900(600) ^o	46(10)	E1	191 - 0	У
198,26(I2)	3,28(II)	290(60) ^o	130(30)	E2	389 - 191	У
207,727(25)	1,84(6)	~44 ^o	34(I7)	E1	278 - 70	У
222,70(6)	0,14(7)	~6,6 ^o	67(50)	E1,E2	487 - 264	
225,86(3)	0,30(15)	13(6) ^o	62(50)	E1,E2	748 - 523	(УУ)
227,892(I8)	0,92(I7)	-	-	-	389 - 161	У
243,207(I2)	0,32(20)	48(I3) ^o	74(26)	E2	487 - 243	У
244,51(3)	0,82(I5)	71(22) ^o	120(45)	E2	523 - 278	У

1	2	3	4	5	6	7
258,331(I9)	1,45(6)	118(26) ^o	115(30)	E2	648 - 389	У
272,66(I6)	0,37(6)	4,5(2,1) ^o	17(9)	E1	919 - 647	
278,60(4)	0,56(4)	8,7(4,0) ^o	22(II)	E1	278 - 0	У
291,234(I9)	1,90(7)	240(40) ^o	180(40)	MI	569 - 278	У
318,70(7)	0,384(I8)	~6,6 ^o	24(I2)	E1	389 - 70	
359,38(7)	0,71(4)	25(5)	49(II)	E2, E2+MI	748 - 389	У
369,251(I5)	3,58(9)	194(9)	76(6)	MI	648 - 278	У
378,632(II)	9,01(23)	411(I6)	65(5)	MI	569 - 191	У
383,59(9)	0,32(5)	-	-	-	648 - 264	У
389,57(5)	0,634(29)	5,8(6)	13(2)	E1	389 - 0	
403,98(4)	0,53(4)	21(I)	56(6)	MI	648 - 243	У
406,03(7)	0,181(I6)	6,5(6)	51(7)	MI	1689 - 1283	
419,39(8)	0,155(I4)	-	-	-	1973 - 1554	
423,53(6)	0,121(I4)	5,7(9)	66(I4)	MI	1070 - 647	
427,81(3)	0,251(I6)	8,7(1,8) ^o	49(10)	MI		
432,27(7)	0,118(I3)	2,8(9)	33(12)	E2, E2+MI		
452,42(8)	0,29(4)	-	-	-		
456,621(27)	3,05(I4)	83(II) ^B	38(6)	MI	648 - 191	У
466,93(21)	0,20(5)	2,8(1,1) ^F	20(10)	E2		
470,47(3)	2,33(I3)	70(I5) ^o	42(10)	MI	748 - 278	У
					569 - 99	У
476,38(I5)	0,13(3)	3,3(1,4) ^F	36(18)	MI(E2)	1283 - 806	
480,00(8)	0,68(8)	24(2)	50(8)	MI	1070 - 590	У
482,84(4)	0,63(3)	17(3) ^o	38(7)	MI	569 - 86	У
484,65(4)	0,70(3)	16(3) ^F	32(7)	MI	748 - 264	У
489,25(6)	0,60(7)	19,0(1,5)	45(7)	MI	1449 - 960	(У)
520,02(6)	0,293(25)	2,0(5) ^o	9,6(2,8)	E2	590 - 70	
539,37(I5)	0,40(6)	сложн. ^o	-	-	1199 - 659	
542,91(I3)	0,31(4)	10(1)	45(10)	MI	806 - 264	У
545,43(7)	1,57(10)	31(2)	27(3)	MI	707 - 161	
548,70(5)	1,46(8)	28(2)	27(3)	MI	648 - 99	
560,73(7)	0,533(I6)	8,0(3)	21(2)	MI	659 - 99	
					1283 - 722	
562,98(5)	1,71(10)	17,0(6)	14,0(1,5)	E2+(MI)	806 - 243	У
569,79(4)	0,62(3)	3,5(1,7) ^П	7,6(4,0)	E1,E2	569 - 0	У
572,59(I2)	0,46(6)	7,5(1,6) ^o	23(6)	MI	659 - 86	
576,42(4)	3,01(25)	54(2)	25(3)	MI	647 - 70	

I	2	3	4	5	6	7
587,44(6)	0,27(5)	4,4(5)	23(5)	MI		
590,664(28)	3,00(16)	52(2)	24(3)	MI	590 - 0	(YY)
617,682(25)	1,01(8)	2,9(I,5)	4,0(2,2)	EI	I449 - 832	W
622,96(5)	0,71(6)	II,I(5)	22(3)	MI	722 - 99	
642,65(8)	0,24(4)	6,I(I,6) ^o	36(II)	MI	I707 - I065 I449 - 806	
647,33(I8)	I,23(9)	I3,9(7)	I6(2)	MI	647 - 0	
649,79(I2)	0,240(29)	≤ 2	≤ I2	EI, E2	748 - 99	
655,6I(I3)	0,69(8)	7,76(30)	I6,4(2,3)	MI	9I9 - 264	W
664,69(8)	0,52(5)	3,4(I,I) ^o	9,3(3,0)	E2		
667,59(7)	0,3I(5)	-	-	-	I732 - I065	
670,39I(27)	0,90(9)	5,0(I,6) ^o	7,9(2,7)	E2	832 - I6I	
675,90(II)*	0,32(4)	5,0(I,6) ^o	22(8)	MI	9I9 - 243	
682,I2(28)	0,09(4)	0,45(I4)	7,I(4,0)	E2	960 - 278	
687,93(4)	I,I5(6)	-	-	-	I449 - 76I	W
690,866(29)	2,05(I0)	II,3(6)	7,8(7)	E2	76I - 70	W
70I,04(24)	0,25(5)	-	-	-	I449 - 748	
703,33(I0)	0,52(6)	7,0(2,5) ^{II}	I9(7)	MI	I78I - I078	(YY)
707,94(6)	I,48(9)	I7(4) ^{II}	I6(4)	MI	806 - 99	
720,00(8)	0,89(8)	4,9(3)	7,7(I,0)	E2	720 - 0	
725,07(7)	I,40(7)	9,5(4)	9,5(8)	E2+MI		
728,73(6)	I,04(6)	II,4(5)	I5,5(I,6)	MI	I689 - 960	W
76I,35(3)	3,II(26)	2I(7)	9,5(I,0)	E2+MI	832 - 70 76I - 0	W
767,55(4)	I,46(I2)	2,98(I8)	2,9(4)	EI		
796,93(7)	0,34(7)	I,I6(I5)	4,9(I,3)	E2		
802,34(4)	I,I3(9)	≤ 3	≤ 4	EI, E2	I449 - 647	W
8I5,95(4)	0,9I(4)	5,4(4)	8,4(9)	E2+MI		
82I,I8(4)	I,35(5)	II,3(5)	II,8(I,0)	MI	I78I - 960	W
824,70(I7)	0,I5(4)	I,64(33)	I5(5)	MI		
832,0I(9)	0,29(4)	I,72(I3)	8,5(I,2)	MI	832 - 0	
879,93(4)	I,46(8)	8,9(4)	8,6(9)	MI	I449 - 569	W
883,8I(9)	0,35(7)	сложн.			I7I6 - 832 I954 - I070	
889,753(2I)	22,9(6)	26(I)	I,60(I0)	EI	960 - 70	(YY)
895,82(II)	0,6I(2I)	2,0(I,0) ^{II}	4,7(2,8)	EI, E2	I973 - I078	
903,42(23)	0,I7(7)	0,80(22) ^B	6,7(4,0)	E2, MI	I065 - I6I	

I	2	3	4	5	6	7
908,64(7)	0,52(7)	≤ I ^o	≤ 3	EI(E2)	I973 - I065 I070 - I6I	
9I6,7I0(29)	3,7I(II)	3,7(7) ^{II}	I,4I(28)	EI	I078 - I6I	
920,4I(2I)	0,22(5)	0,66(25) ^B	4,3(2,0)	E2	II99 - 278	
960,622(20)	I00(2)	I00(3)	I,4I(8)	EI	960 - 0	W
979,79(7)	0,52(5)	0,85(24)	2,3(7)	E2, (EI)	I466 - 487	
984,09(I4)	0,75(8)	I,2(6)	2,3(I,3)	EI, E2	I732 - 748	
993,96(I3)	0,23(7)	I,I0(20)	6,8(2,5)	MI	I065 - 70 I954 - 960	
999,96(7)	I,80(II)	4,7(4)	3,7(5)	E2	I070 - 70	
I007,465(32)	7,7I(I9)	7,5(4)	I,37(I0)	EI	I078 - 70	W
I0I3,08(I0)	0,34(6)	2,8(7) ^B	II(4)	MI	I973 - 960	
I0I7,58(5)	I,II(8)	4,3(5)	5,5(9)	MI	I540 - 523	W
I025,72(7)	0,36(5)	~ I	3,9(2,I)	E2, MI	I732 - 707	
I03I,9I(6)	0,56(3)	2,5(3)	6,3(9)	MI	I554 - 523	(YY)
I043,20(8)*	0,65(5)	2,I8(20)	4,7(7)	MI		
I060,28(4)	8,I6(27)	30(2)	5,2(5)	MI	I449 - 389	W
I065,09(5)	2,00(I6)	8,9(6)	6,3(8)	MI	I065 - 0	
I068,54(8)	I,36(8)	2,8(I,4) ^B	2,9(I,5)	E2	I7I6 - 647	
I070,8I(7)	I,7I(8)	45(2)	37(3)	MI, E0+E2	I070 - 0	
I073,794(30)	4,83(27)	I5,9(9)	4,6(5)	MI	I463 - 389	W
I078,28(4)	4,58(I8)	4,5(5)	I,39(20)	EI	I078 - 0	
I088,23(8)	0,43(7)	≤ 0,5 ^o	≤ 2	EI	I658 - 569	
I099,89(II)	0,273(30)	≤ 0,5 ^o	≤ 3	EI, E2	II99 - 99	
II06,II(6)	0,65(6)	2,47(I8)	5,3(7)	MI		
II09,99(7)	0,79(4)	2,7(4)	4,9(8)	MI		
III7,6I(20)	0,I3(4)	0,95(24) ^o	IO(5)	MI		
II22,2I(7)	0,66(8)	< 0,65 ^o	< I,6	EI	I954 - 832	
II33,44(5)	0,80(7)	0,88(30) ^e	I,6(6)	EI, E2		
II39,28(5)	0,389(2I)	I,I9(27)	4,3(I,I)	MI		
II4I,96(I0)	0,I76(23)	0,68(22)	5,4(2,0)	MI	I732 - 590	
II46,92(I3)*	0,3I(6)	0,86(30) ^{II}	3,9(I,6)	E2, MI	I908 - 76I	
II5I,70(7)	0,88(II)	2,8(8) ^{II}	4,5(I,5)	MI	I540 - 389	W
II56,03(I6)*	0,22(4)	-	-	-		
II62,49(7)	0,77(5)	2,74(25)	5,0(6)	MI		
II65,2I(II)	0,73(5)	2,0(6) ^B	3,9(I,3)	MI	I554 - 389	
II7I,20(4)	3,43(II)	II,6(6)	4,8(4)	MI	I449 - 278	W
II77,I5(7)	0,68(7)	4,9(9) ^{II}	IO(2)	E2, E0+E2		

I	2	3	4	5	6	7
II80,45(6)	0,8I(9)	2,8(6) ^{II}	4,9(I,2)	MI	-	
II84,875(24)	9,5(4)	28,7(I,2)	4,2(3)	MI	I463 - 276	W
II99,10(6)	0,96(8)	2,68(26)	4,0(6)	MI	I463 - 264	W
I206,00(4)	2,15(I4)	6,5(5)	4,3(5)	MI	I449 - 243	W
I2I2,52(8)	2,04(I6)	1,18(2I) ^{II}	0,82(I7)	EI	I283 - 70	
I2I5,28(II)	0,45(4)	≤ I	≤ 3,5	EI, E2		
I2I9,6I(4)	1,28(I7)	5,6(5) ^B	6,4(I,I)	MI	I463 - 243	W
I223,07(8)	0,48(I2)	-	-	-	I466 - 243	
I244,24(I2)	0,32(4)	1,03(20)	4,5(I,I)	MI		
I25I,74(25)	0,28(9)	0,52(9)	2,6(I,0)	E2,MI	I973 - 722	
I258,59(6)	1,52(4)	3,3(6) ^{II}	3,1(6)	MI	I449 - 191	W
I260,86(6)	1,36(8)	-	-	-	I906 - 648	W
I267,23(I0)	0,57(I0)	0,67(I5)	1,7(5)	E2		
I272,46(6)	2,9I(I4)	3,3(I,0) ^{II}	1,6(5)	E2	I463 - 191	W
I276,62(23)	0,75(7)	2,0(5)	3,8(I,I)	MI	I540 - 264	W
					I554 - 278	
I283,28(4)	9,0(4)	4,64(25)	0,73(7)	EI	I283 - 0	W
I290,59I(30)	4,89(26)	9,4(4)	2,7(3)	MI+E2	I554 - 264	W
I296,90(5)	0,7I(4)	1,29(I5)	2,6(4)	MI+E2	I540 - 243	W
I30I,33(5)	0,66(4)	1,32(I2)	2,8(4)	MI	I565 - 264	W
I307,20(5)	0,48(8)	0,56(6)	1,6(4)	E2		
I3II,13(7)	0,28(5)	0,7I(8)	3,6(8)	MI	I554 - 243	
I3I8,53(I2)*	0,55(5)	1,15(32) ^{II}	2,9(9)	MI, (E2)	I708 - 389	
					I908 - 590	
I32I,53(I6)*	0,329(29)	-	-	-	I565 - 243	
I326,853(27)*	3,02(8)	1,9(7) ^{II}	0,89(33)	EI	I7I6 - 389	W
					I973 - 647	
I338,82(4)	6,93(2I)	4,2(6)	0,85(20)	EI	I908 - 569	W
I343,56(I3)	0,63(5)	-	-	-	I732 - 389	
I350,65(9)	0,828(2I)	2,15(30)	3,7(6)	MI	I449 - 99	
I355,II(5)	0,566(28)	0,95(8)	2,4(3)	MI+(E2)		
I363,83(9)	0,30(4)	0,38(II)	1,8(6)	E2	I554 - 191	
I367,56(7)	0,64(4)	-	-	-	I466 - 99	
I374,53(8)	0,90(4)	2,7(7) ^{II}	4,2(I,2)	MI	I565 - 191	
I379,04(4)	I3,60(3I)	6,6(I,0) ^{II}	0,68(II)	EI	I449 - 70	
					I658 - 278	W
I392,27(4)	5,56(I2)	6,7(I,0) ^{II}	1,7(3)	E2	I78I - 389	W
I406,23(5)	0,96(4)	0,92 ⁰	1,4(7)	EI, E2		

I	2	3	4	5	6	7
I4I2,39(I0)	0,49(5)	I,4I(23)	4(I)	MI		
I4I9,68(I3)	0,18(4)	-	-	-		
I425,54(22)	0,27(6)	0,79(20) ^{II}	4,2(I,5)	MI		
I429,87(9)	1,33(8)	3,3(5) ^{II}	3,5(6)	MI	I708 - 278	W
I437,43(4)	2,67(9)	0,92(29) ⁰	0,49(I6)	EI	I7I6 - 278	W
I449,74(4)	42,4(9)	I6(4) ⁰	0,53(I5)	EI	I449 - 0	W
I463,39(4)	6,45(I5)	3,7(6) ^B	0,8I(I4)	EI	I463 - 0	
I466,84(4)	I4,2(4)	8,6(I,0)	0,85(I2)	EI	I658 - 191	W
					I466 - 0	
I483,97(9)	0,86(6)	0,92(2I) ⁰	I,5(4)	E2		
I487,2I(24)	0,155(20)	-	-	-	I973 - 487	
I497,92(4)	I,20(5)	I,46(35) ^{II}	I,7(5)	E2,MI	I689 - 191	W
I502,89(6)	0,92(5)	I,33(35) ^{II}	2,0(6)	E2,MI	I78I - 278	
I5I7,3I(4)	2,33(I3)	2,I(5) ^B	I,27(32)	E2	I708 - 191	W
I524,77(5)	2,19(II)	0,84(20) ^{II}	0,54(I4)	EI	I7I6 - 191	W
I529,87(4)	I,92(6)	2,9(6) ^{II}	2,I(5)	MI		
I540,63(I5)*	0,I7(4)	-	-	-	I540 - 0	
I547,69(I8)*	0,234(26)	-	-	-	2I38 - 590	
I554,4(5)*	0,46(II)	-	-	-	I554 - 0	
					I7I6 - 16I	
I556,68(35)*	0,24(4)	-	-	-		
I568,66(18)	0,112(30)	0,34(I7) ⁰	4,3(2,5)	MI	2I38 - 569	
I575,76(7)	0,367(29)	0,63(2I) ⁰	2,4(9)	MI(E2)		
I584,70(9)	0,60(5)	0,5(2)	I,2(5)	E2		
I590,35(5)	2,05(8)	2,9(6) ^{II}	2,0(5)	MI	I78I - 191	W
I595,89(23)	0,097(23)	0,I9(II) ^B	2,8(I,7)	E2,MI		
I607,5I(6)	0,289(23)	0,II(4)	0,54(20)	EI		
I6I8,48(4)	3,04(7)	I,29(33) ^{II}	0,60(I6)	EI	I689 - 70	(W)
I626,12(I4)	0,098(20)	-	-	-		
I630,02(I3)	0,28(5)	-	-	-	I908 - 278	
I636,82(8)	0,94(4)	0,6(3)	0,9(5)	EI, E2	I707 - 70	
I645,14(8)	0,339(2I)	0,6I(25) ^B	2,5(I,I)	MI	I7I6 - 70	
I658,08(5)	3,39(8)	4,8(8) ^{II}	2,0(4)	MI	I658 - 0	(W)
I67I,60(I0)	0,234(22)	~ 0,4	2,4(I,2)	E2,MI		
I676,46(8)	0,378(I8)	0,64(I8) [*]	2,4(7)	MI	I954 - 278	
I682,49(5)	I,25(I3)	2,I(5) ^{II}	2,4(7)	MI	I78I - 99	
I689,35(5)	2,23(II)	I,0(3) ^{II}	0,63(20)	EI	I689 - 0	
I694,38(I4)	0,I86(I3)	0,50(II) ^I	3,8(9)	MI		

1	2	3	4	5	6	7
I707,97(9)*	I,86(26)	I,6(5)	I,2(4)	E2,MI	I707 - 0	(Y)
I710,17(10)*	I,19(30)	-	-	-	I973 - 264	
I717,41(6)*	0,48(4)	-	-	-	I908 - I91	(Y)
I726,30(9)*	0,259(29)	-	-	-		
I730,8(6)*	0,09(5)	0,33(II) ^F	5,0(3,0)	MI	I973 - 243	
I737,03(26)*	0,180(23)	-	-	-		
I746,78(14)	0,27(4)	0,72(28) ^F	3,8(I,6)	MI		
I751,2(4)	0,058(14)	-	-	-		
I763,35(5)	0,79(4)	I,20(30) ^H	2,1(6)	MI	I954 - I91	(Y)
I781,75(5)	4,01(II)	I,76(33) ^H	0,62(13)	EI	I781 - 0	(Y)
I790,55(10)	0,262(II)	~0,2	I,1(6)	EI-MI		
I810,64(13)	0,104(18)	-	-	-		
I817,12(7)	0,145(10)	~0,3	2,9(I,5)	MI		
I822,42(II)	0,150(10)	0,067(33) ^H	0,63(32)	EI, (E2)	2100 - 278	
I833,41(II)	0,133(10)	-	-	-		
I838,30(8)	0,150(9)	-	-	-		
I850,87(10)	0,102(20)	-	-	-		
I862,44(9)	0,626(24)	0,42(21) ^o	1,0(5)	EI, E2, MI		
I867,06(12)	0,086(7)	0,076(28) ^H	1,3(5)	E2, MI		
I897,68(10)*	0,137(8)	0,47(10) ^K	4,8(I,2)	M2		
I903,04(5)	0,308(16)	-	-	-		
I908,46(6)*	0,354(20)	0,34(II) ^K	1,4(5)	E2, MI	I908 - 0	
I916,1(4)	0,042(10)	-	-	-		
I920,81(17)	0,104(9)	-	-	-		
I947,33(22)	0,050(8)	-	-	-	2138 - I91	
I954,48(9)	0,184(12)	-	-	-	I954 - 0	
I959,24(9)	I,18(4)	0,85(25) ^H	1,02(31)	E2, MI		
I969,80(20)	0,146(10)	-	-	-		
I973,68(6)	I,21(4)	0,57(30) ^H	0,67(35)	EI, E2	I973 - 0	
I985,08(12)	0,427(14)	0,22(6) ^K	0,73(21)	E2		
2014,06(9)	0,135(16)	0,11(6) ^K	1,2(7)	E2, MI	2100 - 86	
2018,40(27)	0,062(19)	-	-	-		
2025,46(II)	0,493(23)	~0,5	1,6(8)	E2, MI		
2030,00(6)	2,89(8)	0,50(25) ^o	0,24(13)	EI	2100 - 70	(Y)
2048,99(8)	0,335(22)	~0,7	2,9(I,5)	MI		
2056,17(5)	I,23(4)	I,8(9) ^H	2,1(I,1)	MI		
2065,03(II)	0,059(5)	0,26(6) ^K	6,2(I,6)	M2		
2070,85(II)	0,130(5)	0,13(5) ^K	1,4(6)	MI, (E2)		

Таблица 2

$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})$, кэВ	$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})$, эксп. кэВ	$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$	$I_{\kappa}(\Delta I_{\kappa})$	$\alpha_{\kappa} \cdot 10^3$	Мульти- польн.	Размеще- ние
198,94(20) ^a	-	-	4,2(I,8)	-	-	269 - 70
247,2(3) ^a	248,31(I7)	0,39(7)	27(5)	290(100)	MI	
248,0(3) ^a			9,5(I,9)	52(20)	EI	
357,10(20) ^a			~3,5	24(I7)	EI, E2	
492,25(26) ^o	-	0,20(10)	6,1(I,7)	43(25)	MI (E2)	
502,8(3) ^B	505,21(I5)	0,59(9)	3,3(I,4)	≥15	не EI	I463 - 960
505,10(17) ^B			11,6(2,2)28(9)	MI	748 - 243	
529,7(5) ^F	-	0,20(10)	6,1(2,0)	43(25)	MI, E2	I954 - I449
550,23(30) ^H	-	0,30(15)	5,2(I,7)	24(14)	MI, E2	919 - 389
613,9(3) ^H	-	0,15(8)	1,6(8)	15(II)	MI, E2(EI)	
632,79(30) ^H	-	0,20(10)	1,7(7)	12(8)	MI, E2(EI)	720 - 86
635,31(I7) ^H	635,804(22)	2,72(9)	27(7)	22	MI	659 - 24
636,16(I7) ^H			12(3)	14(8)	MI, E2	707 - 70
657,86(30) ^a	659,10(6)	0,81(10)	4,4(I,4)	16(9)	E2, MI	
660,5(5)			-	-	-	-
782,57(30) ^H	-	0,20(10)	4,6(I,5)	32(20)	MI	
792,5(5) ^o	-	0,10(5)	2,8(I,4)	39(27)	MI	
847,9(7) ^o	-	0,10(5)	0,6(3)	8,5(6,0)	E2, MI	
857,1(3) ^H	-	0,15(8)	1,1(4)	10(7)	E2, MI	
862,4(5) ^F	-	0,15(8)	0,9(4)	8,4(6,0)	E2, MI	I781 - 919
875,9 ^o	-	0,15(8)	1,3(6)	12(8)	E2, MI	I707 - 832
926,6(5) ^a	-	0,10(5)	≤1	≤28	EI-M2	I954 - I078
934,5(5) ^F	-	0,30(15)	0,75(22)	3,5(2,1)	EI, E2	I449 - 523
939,7(5) ^a	-	0,50(25)	1,5(3)	4,2(2,3)	E2	I199 - 264
I037,8(3) ^a	-	0,20(10)	3,4(8)	23(13)	(MI)	2138 - II99
I055,8(4) ^o	I054,4(4)	0,35(12)	0,9(4)	(3,6(2,0))	(E2, MI)	I463 - 523
I702(1) ^a	-	0,10(5)	<0,5	<5	EI-M2	I973 - 919

Примечание: "а" - γ -переход обнаружен в работе /8/, "o" - в /11/;
"в" - в /12/, "г" - в /14/, "д" - в /8,11/.

1	2	3	4	5	6	7
2088,69(14)	0,043(3)	-	-	-		
2095,90(7)	0,549(19)	0,72(18) ^ж	1,8(6)	MI		
2101,09(13)	0,053(4)	< 0,1	< 3	EI-M2	2100 - 0	
2112,0(4)	0,036(11)	-	-	-		
2114,33(26)	0,070(4)	-	-	-	2138 - 24	
2122,47(10)	0,84(4)	0,67(11) ^ж	1,12(20)	MI		
2135,4(4)	0,033(5)	-	-	-		
2139,39(17)	0,31(4)	0,17(4) ^ж	0,78(22)	E2,MI		
2141,88(20)	0,063(8)	-	-	-		
2148,27(17)	0,106(6)	-	-	-		
2158,05(25)	0,116(25)	0,22(5) ^ж	2,7(9)	(MI),M2		
2161,18(10)	0,298(33)	0,18(9) ^{II}	0,9(5)	E2,MI		
2191,49(20)	0,068(4)	-	-	-		

Примечания: 1. К колонке 1 (E_γ):

Символ ж означает, что γ-переход сложный. Значения энергий переходов от 12 до 34 кэВ определены в /8/.

2. К колонке 3 (I_к)

"а" - I_к определено в работе /10/,

"б" - измерено нами на бета-спектрографе /8/,

"в" - соответствует /11/, "г" - /12/, "д" - I_к усреднено по работам /8/ и /11-14/, "е" - среднее по /8/ и данным измерениям, "ж" - I_к из /11/, уменьшенное в 1,7 раз (см. текст), "и" - I_к соответствует /14/, "к" - /13/.

3. К колонке 5 (мультипольности)

Мультипольности мягких переходов от 12 до 62 кэВ определены по тонкой структуре ЭВК в /8/.

4. К колонке 6 (размещение γ-переходов)

Значения энергий уровней 7/2⁻ 647,848(16) кэВ и 7/2⁺ 647,31(4) кэВ приведены сокращенно: 648 и 647 кэВ.

Таблица 3

"Окно" E γ, кэВ	Энергии γ-лучей (в кэВ)
70	(207), (889)
87	110,191,291, 369,1060,1073,1184
90+91	(378)
104	(198), (378), (456)
110	191,207,258,359,1060,1073,1326,1392
133	110,191,198,225+227, (1017)
144	244,404,562,1206,1219
156	244,404,562, (1133), 1206,1219,1290,1296
165+166	363,484,543,655,1180,1184,1199,1276,1283,1290,1301
191	кх,87,110,198, (225),244,258,291,359,369,378,456,470, 511,879,1060,1073,1152,1171,1184,1258,1272,1326,1338, 1379,1392,1429,1437,1466,1497,1502,1517,1525,1590, (1717),1763
198	191,258,359,1060,1073,1326,1392
207	369,1060,1184
225+227	(191),244,(258),1060
243+244	144,156,191,(225),1017,(1032)
258	191,198,(1260)
278	(110)
291	191,207,(879),1338
359	191
369	191,207,1260
378	191,879,1338
456	191
480+482+484	(156),165,590
511	191,(960)

"Окно" E γ кэВ	Энергии γ -лучей (в кэВ)	"Окно" E γ кэВ	Энергии γ -лучей (в кэВ)
543+545	(I65)	I184	I56, I65, I91, 207
562	I44, I56 (8I5)	I206	I44, I56
572	802	I258+I260	I61, 258, 369, 456
590	480	I283	I66
635+636	нет	I290	I65
647	нет	I326	I91
655	I65	I338	I91, 291, 378, 470, 482, 566
687+690	690, 761	I379	I91, (207)
707	нет	I392	I10, I91, (I98)
720+725+728	562, 960	I429	I91
761	617, 687	I437	I91, (207)
767	нет	I450	Kx
815+821	(I65), (562), 960	I466	I91
879	I91, 291, 378	I497	I91
889	(821)	I517	I91
916	нет	I524+I529	I91
960	Kx, (489), 728, 821	I590	I91
999	нет	I618	нет
I007	(703)	I658	нет
I060	I10, I91, I88, 207, 227	I707+I710	нет
I070+I078	I91, (207)	I763	I91
		I781	нет
		I030	нет

Примечание: Ответ "нет" в γ -совпадениях может означать как переход в основное состояние ^{169}Yb , так и переход на уровни, разряжающиеся мягкими γ -лучами (≤ 100 кэВ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Burke D.G. e.a. *Mat.Fyz.Medd.Kongl.Dan.Vid.Selsk.*, 1966, 35, No. 2.
2. Oothoudt M.A., Hints N.M. *Nucl.Phys.*, 1973, 213A, p.221.
3. Shera E.B. e.a. *Phys.Rev.*, 1968, 170, p.1108.
4. Michaelis W. e.a. *Nucl.Phys.*, 1968, 199, p.609.
5. Бондаренко В. и др. *Изв. АН ЛатвССР*, 1969, №1, с.3.
6. Greenwood R.C. (*priv. Comm.* 1973), Wimmer L. (*priv.comm.* 1972). *Nucl.Data Sheets*, 1973, 10, No.4, p.359.
7. Harmatz B., Handley T.H., Mihelich J.W. *Phys.Rev.*, 1959, 114, p.1082.
8. Бонч-Осмоловская Н.А. и др. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 1973, 37, №5, с.972.
9. Бонч-Осмоловская Н.А. и др. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 1977, 41, №6, с.1149.
10. Артамонова К.П. и др. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 1977, 41, №6, с.1154.
11. Балалаев В.А. и др. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 1970, 34, №1, с.2.
12. Желепов Б.С. и др. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 1972, 36, №1, с.56.
13. Тер-Нерсисянц В.Е., Шестопалова С.А. Тезисы докладов XXIII Совещания по ядерной спектроскопии. "Наука", Л., 1973, с.98.
14. Медведев А.И. и др. Тезисы докладов XXV Совещания по ядерной спектроскопии. "Наука", Л., 1975, с.130.
15. Вылов Ц. и др. *Прикладная ядерная спектроскопия*, вып. 6, Атомиздат, М., 1976, с.3-78.
16. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, Р6-10414, Дубна, 1977.
17. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, Р6-10415, Дубна, 1977.
18. Андерт К. и др. ОИЯИ, Р6-8564, Дубна, 1975; Гонусек М., Фромм Д. ОИЯИ, 10-10007, Дубна, 1976.
19. Бонч-Осмоловская Н.А. и др. ОИЯИ, Р6-11608, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 мая 1978 года.