

B-926



объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

4652/2-81

14/9-81

P6-81-454

Ц.Вылов, В.М.Горожанкин, К.Я.Громов,  
В.В.Кузнецов, Т.Крецу, Н.А.Лебедев,  
Ю.В.Юшкевич

РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД  $^{163}\text{Tm} \rightarrow ^{163}\text{Er}$

1. Экспериментальные результаты исследований

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

1981

## ВВЕДЕНИЕ

Исследованию свойств распада  $^{183}\text{Tm}$  посвящено большое количество работ. Вместе с тем свойства возбужденных состояний  $^{183}\text{Er}$  изучались также в ядерных реакциях. В обзорах<sup>1/</sup> и<sup>2/</sup>, которые имеют полную библиографию и охватывают совокупность результатов практически всех работ, касающихся изучения свойств возбужденных состояний  $^{183}\text{Er}$ , предпринята попытка обобщения всех данных.

При наличии обширнейшей информации тем не менее следует отметить, что имеющиеся сведения в ряде случаев неполны и противоречивы. Это, в основном, послужило поводом к продолжению исследований распада  $^{183}\text{Tm}$ , опубликованных частично в работах<sup>3-5/</sup>.

В настоящей работе дано полное описание проведенных исследований спектров излучения  $^{183}\text{Tm}$ .

## УСЛОВИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Исходная активность  $^{183}\text{Tm}$  получалась при облучении танталовой мишени пучком протонов с энергией 660 МэВ / $J_p = 2,3$  мкА/ на синхроциклотроне Объединенного института ядерных исследований. Разделение изотопов производилось на электромагнитном масс-сепараторе<sup>6/</sup> после химической обработки мишени и хроматографического выделения тулия из группы редкоземельных элементов<sup>7/</sup>. В измерениях использованы источники, внедренные в алюминиевые или алюминизированные майларовые фольги толщиной 4,85 мг/см<sup>2</sup> и 0,68 мг/см<sup>2</sup> соответственно. Необходимо подчеркнуть, что такие параметры, как ускоряющее напряжение при масс-сепарировании, толщина подложки источников, геометрия измерений и т.п., выбиралась из условий наибольшего подавления факторов, искажающих аппаратурные спектры<sup>8,9/</sup>.

Измерения спектров дискретных излучений /КХ-,  $\gamma$ -лучей, электронов внутренней конверсии /ЭВК// выполнены с использованием спектрометров с Ge(Li)- и Si(Li)-детекторами<sup>8/</sup>. Исследования позитронного излучения проведены при помощи безжелезного бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем<sup>9/</sup>. В работах<sup>8,9/</sup> изложены также методические основы проведения измерений. На установке<sup>10/</sup>, созданной на базе бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем и  $\gamma$ -спектрометра с Ge(Li)-детектором, измерены спектры совпадений  $\gamma$ -лучей с ЭВК при распаде  $^{183}\text{Tm}$ .

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Период полураспада  $^{163}\text{Tm}$  определен нами в результате анализа изменения интенсивности его  $\gamma$ -лучей по отношению к  $\gamma$ -излучению  $^{133}\text{Ba}$  /  $T_{1/2} = 10,5$  лет/ в серии последовательных измерений  $\gamma$ -спектров источника, содержащего оба изотопа, на спектрометре с  $0,8 \text{ см}^3$   $\text{Ge(Li)}$ -детектором. Полученное значение периода полураспада  $^{163}\text{Tm}$

$$T_{1/2} = 1,810 \pm 0,005 / \text{ч}$$

является наиболее точным из известных<sup>12'</sup> и согласуется с ними.

Результаты Ферми-Кюри анализа спектра позитронов при распаде  $^{163}\text{Tm}$  /рисунок/ представлены в табл.1. Для сравнения в последних двух колонках приводятся сведения о позитронах  $^{163}\text{Tm}$ , известные ранее. Отметим, что полученное нами значение полной интенсивности позитронов  $^{163}\text{Tm}$  в 1,8 раза больше, чем в<sup>1'</sup>, что в целом объясняется неточностью определения отношения  $\beta^+/\text{K}_{655,6+665,8}$  в<sup>11'</sup>, а величина энергии распада  $^{163}\text{Tm}$  хорошо согласуется с данными<sup>12'</sup>.

Результаты исследований спектров  $\gamma$ -лучей и ЭВК при распаде  $^{163}\text{Tm}$  /наиболее характерные из аппаратурных спектров приводят нами в<sup>13/</sup> собраны в табл.2. Энергии переходов /колонка 1/ и относительные интенсивности  $\gamma$ -лучей /колонка 2/ получены в

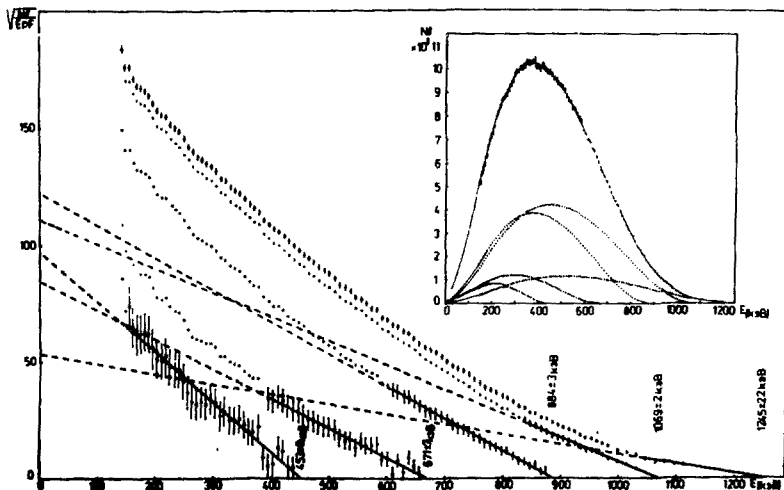


График Ферми-Кюри и аппаратурный спектр позитронов при распаде  $^{163}\text{Tm}$ .

Таблица 1

Сведения о позитронном излучении  $^{183}\text{Tm}(1/2^+1/2/411/)$ 

НАСТОЯЩАЯ РАБОТА					14/	17/	
КОЛОНОККИ ПОСЫТРОНОВ	$I_{\beta^+}$ дмб	$I_{\beta^+}$ % на распад	$^{183}\text{Tm}$		$Q_{\beta^+}$ дмб	$I_{\beta^+}$ дмб	$I_{\beta^+}$ % на распад
			$I_2$ дмб	$I_2^{\beta^+} I_2^{\beta^+}$ [мкА]			
1	1245 ± 22	0,059 ± 0,011	104,3	3/2 <sup>+</sup> 3/2 [521]	2571 ± 22		
2	1069 ± 2	0,182 ± 0,009	349,6	1/2 <sup>+</sup> 1/2 [521]	2457 ± 2	1050 ± 30	0,18 ± 0,06
3	284 ± 3	0,137 ± 0,009	540,6	1/2 <sup>+</sup> 1/2 [100]	2446 ± 3	710 ± 40	0,055 ± 0,017
4	671 ± 7	0,092 ± 0,004	793,4	3/2 <sup>+</sup>	2438 ± 7		
5	453 ± 9	0,0148 ± 0,0014	953,2	3/2 <sup>+</sup> , 5/2 <sup>+</sup>	2438 ± 9		
СРММА		0,426 ± 0,016					0,24 ± 0,06
СРМММ					2459 ± 3		
$K_{104,3} / \beta^+$		36,9 ± 3,5					
$\beta^+ / K_{55,6+66,8}$		13,0 ± 0,6					4,7 ± 1,3

измерениях  $\gamma$ -спектров, обработка которых проведена согласно<sup>8/</sup>. Относительные интенсивности К-электронов внутренней конверсии /колонка 3/ приведены в единицах  $I_{K104,3} = 10000$ , при этом в вычислениях коэффициентов внутренней конверсии /КВК/ /колонка 4/ использована величина, согласующая относительные единицы интенсивностей ЭВК и  $\gamma$ -лучей -  $0,0218 \pm 0,0004$ . Полные сведения об интенсивностях ЭВК  $\gamma$ -переходах с энергиями  $\leq 400$  кэВ при распаде  $^{183}\text{Tm}$  опубликованы ранее в работе<sup>14/</sup>.

Мультипольности  $\gamma$ -переходов /колонка 5/ установлены вследствие сравнения экспериментальных значений КВК с расчетными<sup>15/</sup>. С использованием интенсивностей  $\gamma$ -лучей и расчетных величин КВК<sup>15/</sup>, соответствующих установленным мультипольностям переходов, вычислены их полные интенсивности /колонка 6/. Для удобства пользования данными о  $\gamma$ -переходах в последней колонке табл.2 приведены энергии начального и конечного состояния, между которыми размещен этот переход в схеме распада.

В нижней строке табл.2 в соответствующих колонках приведены коэффициенты перевода относительных интенсивностей излучений / $\gamma$ -лучей, ЭВК/ в % на распад. Полное число распадов  $^{183}\text{Tm}$ , необходимое для определения этих коэффициентов, получено с использованием измеренных интенсивностей КХ-лучей в распаде. Определение интенсивностей характеристических К-линий рентгеновского излучения при  $\beta$ -распаде  $^{183}\text{Tm}$  связано с трудностями, обусловленными накоплением в источнике дочернего изотопа  $^{183}\text{Er}$  / $T_{1/2} = 75$  мин/ и, соответственно, необходимостью разделения КХ-лучей эрбия и гольмия в аппаратурных спектрах. В этой процедуре использованы сведения об относительных интенсивностях КХ-линий рентгеновского излучения при распаде  $^{185}\text{Er}$  и  $^{188}\text{Tm}$ <sup>4/</sup>.

Таблица 2

Сведения о  $\gamma$ -переходах при распаде  $^{163}\text{Tm}$ 

$E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})$	$I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$	$I_K(\Delta I_K)$	$\alpha_K(\Delta \alpha_K)$	$\beta_L$	$I_{\Pi}(\Delta I_{\Pi})$	$E_i$	$E_f$
22,358(10)	-	-	-	$M1+3,5(7)\%E2$	2,85(15)	91	69
28,835(12)	-	-	-	$M1+0,8(2)\%E2$	0,24(5)	120	91
35,56(3)	-	-	-	$M1+0,8(2)\%E2$	0,10(2)	439	404
48,221( $E_{\beta_2}; E_{\gamma}$ )	218(4)	-	-	-	41,1(21)	-	-
49,128( $E_{\beta_2}; E_{\gamma}$ )	372(7)	-	-	-	71,1(36)	-	-
55,6 ( $E_{\beta_2}; E_{\gamma}$ )	114,9(36)	-	-	-	21,7(12)	-	-
57,1 ( $E_{\beta_2}; E_{\gamma}$ )	30,0(7)	-	-	-	3,66(30)	-	-
58,35(2)	-	-	-	$M1+35(11)\%E2$	0,25(4)	404	345
60,105(3)	7,76(14)	-	-	$M1+4,4(5)\%E2$	20,8(10)	164	104
69,229(3)	62,4(14)	2514(189)	0,88(7)	$E1$	22,0(11)	69	0
72,875(8)	0,79(3)	-	-	-	0,263(16)	164	91
78,041(24)	0,42(6)	96(8)	5,0(9)	$M1$	0,35(9)	540	462
80,460(7)	2,80(8)	618(45)	4,81(20)	$M1$	3,41(19)	164	84
83,968(4)	4,03(9)	457(34)	2,47(9)	$E2+13,7(9)\%M1$	4,69(24)	84	0
85,118(4)	2,08(6)	356(27)	3,7(3)	$M1$	2,22(12)	249	164
91,550(8)	1,26(7)	19(5)	0,33(8)	$E1$	0,335(24)	91	0
104,320(3)	100,0(19)	10000(221)	2,18(14)	$M1$	67,8(34)	104	0
108,05(4)	0,17(5)	34(4)	4,4(14)	$M1$	0,11(3)	190	84
129,212(26)	0,48(8)	-	-	-	0,107(18)	249	120
145,213(11)	0,67(3)	15,3(17)	0,50(6)	$E2$	0,223(15)	249	104
161,31(3)	0,86(6)	-	-	-	0,176(15)	735	574
164,419(8)	4,86(17)	133(4)	0,59(3)	$M1$	1,56(9)	164	0
165,60(6)	0,38(8)	-	-	-	0,122(27)	249	84
190,006(6)	7,68(16)	138(4)	0,593(15)	$M1$	2,14(11)	439	249
239,585(5)	23,7(9)	-	-	$M1$	5,58(34)	404	164
241,305(5)	58,4(15)	706(21)	0,188(7)	$M1$	13,7(7)	345	104
249,498(6)	0,47(5)	2,0(4)	0,092(21)	$M1, E2$	0,099(8)	249	0
279,125(8)	14,4(4)	81,4(26)	0,124(5)	$M1+26(6)\%E2$	3,17(17)	439	164
297,87(3)	2,57(9)	-	-	( $E1$ )	0,49(3)	462	164
299,667(8)	24,5(5)	136(4)	0,110(4)	$M1$	3,26(27)	404	104
303,06(9)	0,38(4)	-	-	-	0,071(8)	1872	1569
320,057(18)	1,66(7)	-	-	-	0,32(2)	404	84
324,49(15)	0,28(3)	-	-	-	0,052(5)	574	249
331,355(19)	1,25(4)	1,88(18)	0,033(3)	$E1$	0,24(2)	735	404
335,219(12)	3,18(8)	12,4(5)	0,085(4)	$M1$	0,66(4)	439	104
338,28(8)	0,72(5)	1,9(2)	0,059(9)	$M1$	0,148(13)	683	345
345,608(13)	5,89(13)	9,9(9)	0,036(3)	$E2$	1,16(6)	345	0
355,624(13)	2,57(7)	9,7(4)	0,082(4)	$M1$	0,53(3)	439	84
358,174(10)	3,92(9)	1,80(19)	0,0100(11)	$M1$	0,75(4)	462	104
361,97(4)	0,42(4)	0,12(4)	0,006(2)	$E1$	0,081(8)	526	164
371,07(9)	0,24(3)	0,25(3)	0,023(4)	$E2$	0,046(5)	462	91
375,87(5)	0,83(7)	1,66(8)	0,043(4)	$M1+55(12)\%E2$	0,165(15)	1059	683
380,57(17)	0,19(4)	0,32(5)	0,036(9)	( $E2$ )	0,038(8)	1917	1538
389,39(3)	1,65(11)	2,18(15)	0,029(3)	$E1$	0,321(26)	735	345
393,261(11)	7,37(15)	16,7(7)	0,050(2)	$M1$	1,48(8)	462	69
406,74(17)	0,35(6)	-	-	-	0,066(12)	2122	1722
403,989(10)	5,66(14)	6,9(4)	0,0266(15)	$E2$	1,10(6)	404	0
406,06(15)	0,28(6)	0,28(4)	0,022(6)	$E2$	0,054(11)	1369	963
409,77(5)	0,82(6)	-	-	-	0,165(14)	574	164
411,66(7)	0,53(4)	-	-	-	0,106(10)	985	574
415,15(6)	0,47(4)	0,74(3)	0,0064(13)	$E1$	0,090(9)	664	249
417,89(9)	0,31(5)	-	-	-	0,063(11)	-	-
421,32(3)	0,90(6)	0,72(5)	0,018(2)	( $E1$ )	0,174(14)	526	104

Таблица 2 /продолжение/

$I_{1j}(\Delta I_{1j})$	$I_{2j}(\Delta I_{2j})$	$I_{3j}(\Delta I_{3j})$	$d_{1j}(\Delta d_{1j})$	$\theta_{1j}$	$I_{1j}(\Delta I_{1j})$	$E_1 - E_2$
433,2(3)	0,48(10)	0,67(10)	0,030(8)	И1	0,096(20)	1801 -- 1369
434,72(3)	2,82(9)	4,8(5)	0,097(3)	И1	0,56(3)	526 -- 91
436,24(6)	0,85(5)	-	-	-	0,169(13)	540 -- 104
439,575(17)	1,99(17)	-	-	-	0,39(4)	439 -- 0
447,90(16)	0,41(10)	-	-	-	0,077(20)	2040 -- 1593
454,954(17)	1,71(6)	-	-	-	0,32(2)	619 -- 164
457,07(5)	0,74(7)	0,9(4)	0,027(12)	И1, И2	0,145(16)	1826 -- 1369
461,845(12)	3,34(14)	4,23(22)	0,0276(18)	И1+4(9)И2	0,65(4)	531 -- 69
469,65(4)	2,39(10)	-	-	-	0,45(5)	574 -- 104
471,330(17)	21,8(5)	14,4(6)	0,0130(6)	И2	4,18(22)	540 -- 69
473,76(5)	1,08(10)	1,24(23)	0,025(5)	И1, И2	0,21(2)	-
478,49(14)	0,26(8)	-	-	-	0,049(14)	1538 -- 1059
484,03(4)	1,41(14)	1,80(15)	0,028(4)	И1	0,28(5)	1855 -- 1369
491,64(5)	0,43(3)	0,41(2)	0,024(2)	И1, И2	0,083(7)	-
493,83(4)	0,74(4)	0,61(3)	0,0180(14)	И2	0,142(11)	-
500,51(12)	0,76(12)	0,74(8)	0,021(4)	И1, И2	0,15(2)	664 -- 164
504,878(14)	6,3(3)	6,6(3)	0,023(2)	И1	1,23(9)	574 -- 69
511,0	4,7(6)	-	-	-	0,88(12)	-
515,012(16)	4,30(22)	1,46(8)	0,0071(5)	И1	0,85(6)	619 -- 104
520,1(2)	0,28(6)	0,16(3)	0,012(4)	И2	0,053(12)	683 -- 164
528,18(14)	0,82(11)	1,14(12)	0,030(5)	(И2)	0,16(2)	619 -- 91
529,75(7)	1,78(19)	1,63(18)	0,020(3)	И1	0,35(4)	779 -- 249
540,98(12)	0,23(5)	0,39(10)	0,037(12)	И1	0,045(9)	-
547,96(14)	0,47(7)	-	-	-	0,088(13)	1917 -- 1369
550,154(16)	8,24(21)	9,1(4)	0,0240(13)	И1	1,60(9)	619 -- 69
552,948(23)	3,69(12)	4,60(25)	0,0272(17)	И1	0,72(4)	717 -- 164
560,51(5)	0,64(16)	0,24(3)	0,0080(26)	И1	0,13(3)	664 -- 104
563,80(5)	0,69(16)	0,70(12)	0,022(6)	И1	0,13(3)	-
573,23(4)	1,51(6)	1,7(2)	0,021(3)	И1	0,291(18)	664 -- 91
575,13(26)	0,25(7)	-	-	-	0,048(13)	1538 -- 963
579,510(13)	8,33(19)	7,6(4)	0,0195(12)	И1	1,65(8)	683 -- 104
584,86(9)	0,49(4)	-	-	-	0,093(9)	1569 -- 986
589,13(11)	0,37(8)	-	-	-	0,053(11)	1369 -- 779
595,35(5)	1,28(9)	0,91(4)	0,0075(5)	И2	0,24(2)	664 -- 69
598,12(3)	1,36(7)	-	-	-	0,257(18)	1280 -- 683
606,4(2)	0,64(4)	0,83(5)	0,0285(24)	(И1)	0,122(10)	856 -- 249
613,054(18)	3,60(9)	2,74(13)	0,0166(9)	И1	0,69(4)	717 -- 104
615,182(26)	1,78(12)	1,26(7)	0,0154(13)	И1	0,342(27)	779 -- 164
619,44(10)	0,35(5)	0,069(11)	0,0045(9)	И1	0,067(10)	619 -- 0
633,77(9)	0,78(7)	0,73(6)	0,0203(24)	(И2)	0,131(14)	717 -- 84
640,4(2)	0,40(6)	-	-	-	0,076(12)	986 -- 345
655,780(20)	4,25(10)	2,94(18)	0,0151(10)	И1	0,82(4)	1059 -- 404
662,87(11)	1,42(16)	-	-	-	0,27(3)	1722 -- 1059
666,178(19)	11,04(25)	3,72(16)	0,0074(4)	И2	2,10(11)	735 -- 69
679,20(11)	0,91(8)	0,47(7)	0,0142(19)	И1	0,174(17)	779 -- 104
683,87(3)	2,64(17)	1,00(5)	0,0082(7)	И2	0,306(28)	683 -- 0
688,12(11)	1,09(11)	-	-	-	0,208(23)	779 -- 91
691,736(22)	3,23(12)	2,02(9)	0,0137(8)	И1	0,62(4)	856 -- 164
695,81(12)	0,70(8)	0,34(4)	0,0107(18)	И1	0,133(17)	779 -- 84
710,81(11)	0,51(3)	-	-	-	0,098(10)	779 -- 69
714,04(10)	0,41(4)	0,382(23)	0,020(2)	И1	0,078(8)	1059 -- 345
717,42(3)	0,92(8)	0,322(21)	0,0077(8)	И2	0,174(17)	717 -- 0
733,6(2)	0,33(3)	-	-	-	0,065(7)	1514 -- 779
735,97(10)	0,81(8)	0,151(13)	0,0054(8)	И2	0,115(13)	986 -- 349
749,6(3)	0,32(9)	-	-	-	0,080(17)	1369 -- 619

Таблица 2 / продолжение /

$F_j(\Delta F_j)$	$I_j(\Delta I_j)$	$I_k(\Delta I_k)$	$\sigma_k(\Delta \sigma_k)$	$\sigma_L$	$I_n(\Delta I_n)$	$F_k - F_r$
752,04(5)	2,07(9)	1,18(6)	0,0129(9)	M1	0,583(25)	856 -- 104
756,17(7)	1,17(9)	0,65(4)	0,0121(12)	M1	0,223(20)	
759,41(9)	1,25(7)	0,54(4)	0,0060(7)	(M1)	0,238(17)	1538 -- 779
779,93(5)	3,54(15)	1,88(8)	0,0116(7)	M1	0,68(4)	
781,88(9)	2,03(9)	0,27(6)	0,0029(7)	M1, E2	0,383(24)	
785,72(14)	0,46(6)	0,095(18)	0,0045(10)	E2	0,087(12)	
790,12(6)	1,63(11)	0,17(5)	0,0022(5)	E2	0,313(25)	1569 -- 779
796,2(2)	0,35(6)	-	-	-	0,066(12)	1653 -- 856
798,74(9)	0,92(5)	-	-	-	0,176(13)	963 -- 164
803,469(22)	1,44(5)	0,65(4)	0,0098(7)	M1	0,275(16)	1538 -- 755
813,32(10)	0,81(13)	0,072(11)	0,0020(4)	E1	0,152(25)	1513 -- 773
821,3(2)	0,36(10)	-	-	-	0,068(19)	486 -- 164
828,8(3)	0,31(5)	0,16(5)	0,0116(28)	M1	0,058(9)	1369 -- 540
833,96(4)	2,75(10)	0,5(4)	0,0058(4)	M1+61(10)E2	0,57(3)	1569 -- 735
837,94(15)	0,32(11)	0,133(17)	0,009(3)	(M1)	0,061(21)	1801 -- 303
844,49(13)	0,45(10)	-	-	-	0,084(19)	1464 -- 526
846,57(12)	0,83(12)	0,175(15)	0,0030(5)	E2	0,156(27)	
852,9(3)	0,29(8)	-	-	-	0,054(15)	1569 -- 717
858,72(6)	1,32(13)	0,254(18)	0,0026(3)	(E1)	0,363(29)	163 -- 104
863,2(3)	0,29(10)	0,084(13)	0,0064(25)	(M1)	0,055(20)	1826 -- 963
873,88(17)	0,47(7)	0,060(24)	0,0028(12)	E1, E2	0,088(14)	1538 -- 664
881,4(3)	0,25(8)	0,055(28)	0,014(4)	(M1)	0,047(12)	386 -- 104
884,06(3)	2,00(10)	0,168(18)	0,00183(21)	E1	0,377(24)	1569 -- 683
892,8(2)	0,49(13)	-	-	-	0,122(26)	
894,26(11)	2,10(10)	0,50(3)	0,0040(4)	E2	0,397(26)	963 -- 81
						786 -- 97
902,14(14)	0,35(13)	0,135(9)	0,0054(13)	M1	0,104(25)	986 -- 84
905,46(2)	1,16(18)	0,40(6)	0,0075(16)	M1	0,22(4)	1569 -- 664
908,14(18)	1,10(21)	0,170(16)	0,0034(7)	E2	0,21(4)	1872 -- 963
916,81(9)	1,10(11)	0,076(9)	0,00151(24)	E1	0,207(25)	986 -- 61
923,1(3)	0,49(12)	0,063(10)	0,0032(10)	E2	0,205(23)	
928,06(11)	0,74(11)	0,195(13)	0,0058(10)	M1	0,140(22)	1535 -- 664
940,62(3)	2,72(8)	0,322(21)	0,0026(2)	E2	0,515(19)	1514 -- 574
945,27(3)	4,67(12)	0,312(24)	0,00146(12)	E1	0,38(5)	1801 -- 856
950,89(7)	1,03(7)	0,222(19)	0,0047(5)	M1+5(18)E2	0,195(16)	1569 -- 619
961,61(12)	0,65(12)	0,13(3)	0,0012(4)	E1	0,122(24)	2243 -- 1280
975,19(4)	2,00(10)	0,34(3)	0,0038(3)	E2	0,378(25)	
987,74(10)	1,32(11)	0,243(20)	0,0040(5)	M1+56(18)E2	0,251(24)	1722 -- 735
991,0(4)	0,31(9)	-	-	-	0,059(17)	1059 -- 61
995,8(2)	1,08(12)	0,288(21)	0,0058(8)	M1	0,205(24)	1569 -- 574
997,67(19)	0,47(9)	0,081(10)	0,0038(8)	E2	0,089(17)	1538 -- 540
1005,01(9)	1,03(15)	0,061(11)	0,0015(3)	E1	0,194(30)	1722 -- 717
1029,18(6)	0,81(10)	0,082(11)	0,0022(4)	E2	0,152(19)	1569 -- 540
1033,95(11)	0,70(12)	-	-	-	0,132(24)	1653 -- 619
1037,1(4)	0,67(6)	-	-	-	0,126(13)	1722 -- 683
1042,66(9)	0,74(12)	0,149(15)	0,0044(5)	M1	0,140(24)	1569 -- 526
1046,9(2)	0,69(8)	0,077(14)	0,0024(1)	(E1)	0,150(17)	1826 -- 779
1052,37(13)	0,56(8)	0,383(20)	0,0149(22)	M1	0,107(16)	1593 -- 540
1066,49(8)	1,06(9)	0,170(12)	0,0035(4)	M1+52(18)E2	0,200(19)	1801 -- 735
1075,130(30)	4,28(20)	0,242(25)	0,00123(17)	E1	0,80(5)	1514 -- 439
1091,01(4)	1,78(18)	0,275(18)	0,0034(4)	M1+50(20)E2	0,34(4)	1826 -- 735
1099,382(33)	2,82(17)	0,135(13)	0,00104(12)	E1	0,53(4)	1538 -- 439
1130,224(23)	12,3(4)	0,544(29)	0,00096(6)	E1	2,33(13)	1569 -- 439
1135,28(9)	1,81(17)	0,095(13)	0,0013(2)	E1	0,34(4)	1538 -- 404
1137,10(10)	2,01(11)	0,403(35)	0,0039(4)	M1	0,380(28)	1872 -- 735
1142,51(5)	4,33(15)	0,142(13)	0,00072(7)	E1	0,82(5)	1826 -- 683

Таблица 2 / продолжение /

$E_j (\Delta E_j)$	$I_j (\Delta I_j)$	$I_K (\Delta I_K)$	$\alpha_K (\Delta \alpha_K)$	$\delta L$	$I_H (\Delta I_H)$	$E_1 - E_2$
1147,36(15)	0,39(10)	-	-	-	0,074(18)	
1153,453(31)	5,64(16)	0,199(13)	0,00077(5)	И1	1,06(6)	1593 -- 439
1156,0(2)	0,29(16)	0,058(7)	0,0028(16)	(И2)	0,06(3)	
1165,6(2)	0,76(12)	-	-	-	0,143(24)	1569 -- 404
1166,97(5)	2,31(33)	0,093(8)	0,00088(14)	И1	0,44(6)	1514 -- 345
1176,090(32)	2,40(16)	0,103(20)	0,00087(18)	И1	0,491(38)	1280 -- 104
1181,94(16)	0,81(11)	0,089(18)	0,0024(6)	(И2)	0,154(22)	1722 -- 540
1189,00(13)	0,85(11)	0,050(19)	0,0013(5)	И1	0,160(22)	1593 -- 404
1192,34(19)	0,86(8)	0,027(13)	0,0007(3)	(И1)	0,163(16)	1538 -- 345
1205,019(24)	15,13(27)	0,500(29)	0,00083(5)	И1	2,48(13)	1369 -- 164
1213,52(15)	0,72(10)	-	-	-	0,136(20)	1653 -- 439
1218,89(19)	0,47(7)	-	-	-	0,089(14)	
1224,152(24)	11,23(30)	0,369(19)	0,00072(4)	И1	2,12(11)	1569 -- 345
1240,27(12)	0,74(5)	0,059(8)	0,00174(26)	И2	0,139(11)	
1247,44(27)	4,87(13)	0,148(11)	0,00066(5)	И1	0,92(5)	1593 -- 345
1251,90(10)	1,08(5)	0,093(13)	0,00188(27)	И2	0,205(14)	1872 -- 619
1261,20(8)	1,30(14)	0,295(19)	0,0049(6)	И1	0,246(29)	1801 -- 540
1269,116(25)	27,8(5)	0,91(5)	0,00071(4)	И1	5,25(27)	1369 -- 104
1279,17(14)	0,97(18)	0,148(12)	0,0035(7)	И1	0,183(35)	2052 -- 779
1285,82(5)	1,80(14)	0,208(14)	0,0025(3)	И1	0,340(31)	1826 -- 540
1300,41(6)	2,78(17)	0,266(20)	0,00224(21)	И1	0,53(4)	1569 -- 69
1303,80(12)	1,04(7)	-	-	-	0,199(16)	
1307,26(11)	0,94(7)	-	-	-	0,178(16)	1653 -- 345
1318,34(26)	8,27(17)	0,448(30)	0,00118(8)	И1, И2	1,56(8)	1722 -- 404
1323,64(18)	0,49(12)	-	-	-	0,092(23)	2040 -- 717
1332,15(7)	0,70(12)	0,088(11)	0,0028(6)	И1	0,131(24)	1872 -- 540
1336,62(14)	0,49(12)	-	-	-	0,093(23)	1801 -- 462
1345,82(19)	0,36(7)	0,066(30)	0,0040(20)	И1, И2	0,068(14)	1872 -- 526
1350,149(32)	2,29(9)	-	-	-	0,431(27)	1514 -- 164
1365,6(5)	0,34(11)	0,049(13)	0,0032(14)	И1	0,064(22)	1826 -- 462
1374,335(27)	25,0(6)	0,75(4)	0,00066(4)	И1	4,35(23)	1538 -- 164
1376,79(10)	1,83(18)	-	-	-	0,344(37)	1722 -- 345
1386,991(28)	5,83(14)	0,169(13)	0,00063(5)	И1	1,10(6)	1826 -- 439
1397,530(27)	37,8(8)	1,12(6)	0,00065(4)	И1	7,12(36)	1801 -- 404
1405,363(33)	4,11(14)	0,128(13)	0,00068(8)	И1	0,63(5)	1569 -- 164
1410,190(34)	2,47(5)	0,080(10)	0,00070(9)	И1	0,466(28)	1514 -- 104
1422,58(12)	0,58(7)	-	-	-	0,108(13)	1826 -- 404
1434,454(29)	42,8(10)	1,22(8)	0,00062(4)	И1	8,08(43)	1238 -- 104
1446,88(13)	0,49(6)	-	-	-	0,098(13)	1338 -- 91
1455,94(33)	19,5(6)	0,508(31)	0,00097(4)	И1	3,68(21)	1801 -- 345
1469,730(35)	10,27(32)	0,370(23)	0,00078(6)	И1	1,94(11)	1569 -- 104
1469,428(31)	15,62(35)	1,35(7)	0,00189(10)	И1	2,95(13)	1538 -- 89
1480,943(33)	3,33(22)	0,070(20)	0,00048(14)	И1	0,63(5)	1826 -- 345
1489,04(10)	0,41(7)	-	-	-	0,076(14)	1593 -- 104
1500,81(4)	2,00(12)	0,133(10)	0,00189(13)	И1	0,378(28)	1369 -- 89
1514,3(4)	0,34(5)	-	-	-	0,063(10)	1514 -- 0
1525,384(38)	4,04(20)	0,100(16)	0,00054(9)	И1	0,76(5)	1872 -- 345 2052 -- 526
1531,90(13)	0,39(5)	0,029(6)	0,00184(37)	И1, И2	0,073(10)	
1541,40(5)	1,11(7)	0,072(6)	0,00141(13)	-	0,209(17)	1653 -- 91
1549,63(10)	0,43(6)	-	-	-	0,082(11)	1569 -- 0
1577,66(13)	0,38(3)	-	-	-	0,053(8)	2040 -- 462
1583,953(36)	2,13(7)	0,154(10)	0,00150(11)	И1	0,408(23)	1653 -- 89
1593,05(11)	0,22(6)	-	-	-	0,041(11)	1593 -- 0



Таблица 2 /продолжение/

$F_j(\Delta E_j)$	$I_j(\Delta I_j)$	$I_K(\Delta I_K)$	$\alpha_K(\Delta \alpha_K)$	$\sigma_j$	$I_{II}(\Delta I_{II})$	$E_I$ -- $E_f$
1618,20(19)	0,19(7)	-	-	-	0,035(14)	1722 -- 104
1626,58(16)	0,26(5)	-	-	-	0,049(9)	
1631,4(4)	0,16(5)	-	-	-	0,030(9)	1722 -- 91
1637,46(12)	0,45(10)	-	-	-	0,085(18)	1801 -- 164
1649,3(3)	0,29(11)	-	-	-	0,054(21)	2052 -- 404
1654,47(8)	0,58(7)	0,030(4)	0,00113(19)	F2	0,110(14)	
1662,12(5)	5,35(20)	0,156(9)	0,00063(4)	F1	1,01(6)	1826 -- 164
1673,48(12)	0,61(5)	0,016(2)	0,00055(10)	F1	0,716(11)	
1689,154(38)	1,98(12)	0,042(6)	0,00046(7)	F1	0,374(29)	1853 -- 164
1697,221(38)	2,60(12)	0,059(8)	0,00050(7)	F1	0,490(32)	1801 -- 104
1709,03(6)	0,73(4)	0,003(4)	0,00034(15)	(F1)	0,140(10)	1872 -- 164
1722,37(5)	2,80(10)	0,040(4)	0,00037(4)	F1	0,524(31)	1826 -- 104
1729,7(3)	0,18(4)	-	-	-	0,135(8)	
1732,92(15)	0,87(4)	-	-	-	1,164(11)	
1741,75(9)	0,452(33)	-	-	-	0,085(7)	1826 -- 84
1749,224(35)	5,53(19)	0,076(5)	0,000361(23)	F1	1,04(6)	1853 -- 104
1753,45(8)	0,79(7)	-	-	-	0,149(15)	1917 -- 164
1757,25(14)	0,348(35)	-	-	-	0,064(7)	1826 -- 69
1767,65(10)	0,99(5)	-	-	-	0,187(13)	1872 -- 104
1784,286(38)	2,03(9)	0,084(7)	0,00109(8)	F2	0,382(25)	1853 -- 69
1790,12(5)	0,83(7)	-	-	-	0,157(15)	
1793,38(7)	1,005(34)	-	-	-	0,189(11)	
1803,55(5)	6,96(19)	0,306(16)	0,00096(6)	F2	1,31(7)	1872 -- 69
1813,60(7)	0,249(21)	-	-	-	0,047(4)	1917 -- 104
1825,23(7)	1,05(4)	0,050(5)	0,00103(10)	F2	0,199(11)	1917 -- 91
1835,69(20)	0,123(19)	-	-	-	0,024(4)	1917 -- 84
1848,22(9)	0,20(6)	0,014(7)	0,0015(8)	(F1)	0,039(11)	1917 -- 69
1853,33(12)	0,149(31)	-	-	-	0,028(6)	1853 -- 0
1876,23(6)	1,20(11)	0,023(4)	0,00041(8)	F1	0,226(23)	2040 -- 164
1879,6(2)	0,146(18)	-	-	-	0,028(4)	
1888,1(3)	0,11(6)	-	-	-	0,021(10)	2052 -- 164
1913,88(14)	0,090(14)	-	-	-	0,017(5)	
1936,38(6)	1,96(5)	0,026(3)	0,00029(5)	F1	0,369(19)	2040 -- 104
1946,40(5)	0,363(27)	-	-	-	0,068(6)	2052 -- 104
1957,57(7)	0,29(4)	-	-	-	0,054(8)	2122 -- 164
1971,2(2)	0,050(13)	-	-	-	0,009(2)	2040 -- 69
1983,24(8)	0,355(35)	-	-	-	0,067(7)	2052 -- 69
2017,96(9)	0,249(16)	-	-	-	0,047(4)	2122 -- 104
2040,76(16)	0,174(26)	-	-	-	0,022(5)	2040 -- 0
2052,8(2)	0,086(8)	-	-	-	0,0162(15)	2052 -- 0
2079,0(4)	0,077(10)	-	-	-	0,0145(20)	2243 -- 164
2159,98(16)	0,083(12)	-	-	-	0,0156(24)	2243 -- 84
2274,5(5)	0,042(18)	-	-	-	0,0073(34)	2274 -- 0
	0,188(9)	0,00411(21)			1,00000	

\* Переход размещен в схеме распада дважды.

Таблица 3

Относительные коэффициенты ослабления интенсивностей  $\gamma$ -лучей в совпадениях с ЭВК К69,23; К83,97; К104,32; К80,46 и К85,12 кэВ при распаде  $^{183}\text{Tm}$

$E_{\gamma}$	К 69,23		К 83,97		К 104,32		К 80,46		К 85,12		$E_1 - E_2$
	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	
190,01							0,46(27)	0,800	0,99(14)	1,000	439 -- 249
233,58			0,23(3)	0,133	0,84(6)	0,800	1,13(11)	1,000			404 -- 164
241,30					1,04(9)	1,000					345 -- 104
275,12			0,19(2)	0,133	0,79(4)	0,800	1,19(6)	1,000			439 -- 164
237,86			0,31(8)	0,133	0,75(3)	0,800	1,08(6)	1,000			462 -- 164
293,67					0,33(3)	1,000					404 -- 104
320,06			1,01(13)	1,000							404 -- 84
320,49			-	0,150	-	0,720	-	0,800	1,33(42)	1,000	574 -- 249
335,22					1,04(10)	1,000					439 -- 104
355,62			0,33(7)	1,000							439 -- 64
358,17					1,01(8)	1,000					462 -- 104
389,59					0,69(19)	0,322					735 -- 345
393,26	1,23(13)	1,000									462 -- 69
409,77			0,47(16)	0,133	0,87(17)	0,800	1,36(63)	1,000			574 -- 164
415,14			-	0,150	-	0,720	-	0,800	0,85(21)	1,000	664 -- 249
421,92					1,27(10)	1,000					526 -- 104
434,72	1,16(26)	0,740									526 -- 91
454,95			-	0,133	0,79(26)	0,800	0,41(23)	1,000			619 -- 164
461,84	1,04(23)	1,000			0,70(9)	1,000					531 -- 69
469,65											574 -- 104
471,33	1,03(6)	1,000									540 -- 69
500,88	1,27(16)	1,000									574 -- 69
515,01					0,78(7)	1,000					619 -- 104
550,15	1,09(12)	1,000									619 -- 69
552,95			0,25(7)	0,133	0,84(10)	0,800	0,99(15)	1,000			717 -- 164
560,51					1,04(44)	1,000					664 -- 104
573,23	1,95(43)	0,740									664 -- 91
579,51					0,90(4)	1,000					683 -- 104
584,86	-	0,512	0,32(18)	0,118	-	0,259	-	0,153	0,25(9)	0,105	1569 -- 985
613,05					0,88(7)	1,000					717 -- 104
615,18			0,31(6)	0,133	0,71(8)	0,800	1,16(21)	1,000			779 -- 164
633,77			0,67(16)	1,000							717 -- 84
655,76	-	0,003	-	0,088	0,82(8)	0,792	0,40(14)	0,459			1059 -- 404
662,67	-	0,005	0,19(7)	0,064	0,67(18)	0,751	-	0,337			1722 -- 1059
666,18	0,98(8)	1,000									735 -- 69
691,74			0,20(4)	0,133	0,69(8)	0,800	1,10(22)	1,000			856 -- 164
695,81			0,76(21)	1,000							779 -- 84

Таблица 3 /продолжение/

Z <sub>1</sub>	K 69,23		K 83,97		K 104,32		K 80,46		K 85,12		Z <sub>1</sub> — Z <sub>2</sub>
	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	
714,04					2,2(7)	0,922					1059 — 345
735,97					1,2(5)	0,724	-	0,800	0,96(21)	1,000	985 — 249
752,04					1,30(24)	1,000					856 — 104
753,41	1,0(4)										
779,93	0,86(22)				0,60(10)			0,56(16)			
781,88	?				?			?			
790,12	-	0,135	0,20(6)	0,117	0,76(32)	0,354	1,3(4)	0,313	0,21(6)	0,175	1569 — 779
796,24	-	0,005	-	0,061	0,75(41)	0,881	-	0,433	-	0,074	1653 — 856
798,74	-		-	0,133	0,68(38)	0,804	-	1,000	-		963 — 164
803,47	1,3(5)	0,671	-	0,007	-	0,158	-	0,038	-		1538 — 735
813,96	1,05(24)	0,549	0,12(6)	0,024	0,56(14)	0,413	0,54(25)	0,178			1296 — 462
858,72					0,45(8)	1,000					963 — 104
866,06				0,003	0,90(18)	0,734	-	0,022			1569 — 683
872,77				0,088	1,1(5)	0,792	-	0,459			1296 — 404
894,26	0,90(34)										
940,62	-	0,648	0,15(6)	0,016	0,30(9)	0,329	-	0,109			1514 — 574
945,27	-	0,005	0,08(3)	0,061	0,59(7)	0,881	0,79(18)	0,433	-	0,074	1801 — 656
975,19					1,33(40)				0,20(8)		
1075,13	-	0,014	0,18(3)	0,184	0,68(22)	0,689	0,51(19)	0,709	0,23(4)	0,310	1514 — 439
1091,01	1,0(5)	0,671	-	0,007	-	0,158	-	0,004	0,29(9)	-	1826 — 735
1099,38	0,62(28)	0,014	0,24(12)	0,184	0,48(17)	0,689	0,82(29)	0,709	0,27(6)	0,310	1538 — 439
1130,22			0,29(3)	0,184	0,66(5)	0,689	0,90(10)	0,709	0,28(2)	0,310	1569 — 459
1135,27	-	0,003	0,40(10)	0,088	0,78(45)	0,792	1,0(5)	0,459			1538 — 404
1137,10	1,38(51)	0,671	-	0,007	-	0,158	-	0,038			1872 — 735
1142,51			0,22(4)	0,003	0,45(40)	0,734	0,39(16)	0,122	0,11(3)	-	1826 — 683
1153,45			0,26(9)	0,184	0,57(12)	0,684	0,46(13)	0,709	0,25(4)	0,310	1538 — 459
1165,65	-	0,003	-	0,088	1,14(25)	0,792	-	0,459			1569 — 404
1168,97					1,33(27)	0,922					1514 — 345
1176,09					1,06(23)	1,000					1280 — 104
1183,00	-	0,003	-	0,088	0,80(25)	0,792	-	0,459			1538 — 404
1192,34					1,0(3)	0,922					1538 — 345
1205,02			0,17(2)	0,133	0,76(4)	0,834	0,79(6)	1,000			1469 — 104
1213,52			0,52(24)	0,184	1,3(6)	0,689	2,4(10)	0,709	0,34(16)	0,310	1453 — 459
1224,15					0,99(6)	0,922					1569 — 345
1247,44					0,86(11)	0,922					1453 — 345
1251,30					0,47(7)				0,21(11)	-	
1261,20	1,9(6)	0,877	0,31(11)	0,007	-	0,104	-	0,352			18,1 — 540
1265,12					1,07(4)	1,000					1469 — 104
1273,77	-	0,135	0,37(14)	0,117	-	0,354	1,7(6)	0,313			2052 — 735
1285,82	1,2(5)	0,877	-	0,007	0,46(13)	0,104	-	0,352			1646 — 540

Таблица 3 /продолжение/

№	К 89,29		К 89,97		К 104,32		К 80,46		К 85,12		K <sub>1</sub> — K <sub>2</sub>
	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	эксперим.	расчет	
1500,41	1,14(32)	1,000									1569 — 69
1503,60			0,20(10)		1,15(28)		1,7(5)		0,86(15)		1722 — 404
1518,34	-	0,005	0,096(15)	0,088	0,80(6)	0,792	0,37(8)	0,459			1514 — 164
1550,15			0,25(8)	0,133	0,78(15)	0,804	1,05(25)	1,000			1536 — 164
1574,34			0,16(2)	0,133	0,84(5)	0,804	1,03(6)	1,000			1722 — 345
1576,79					0,96(14)	0,922					1826 — 439
1586,99	-	0,014	0,47(7)	0,184	0,59(6)	0,689	0,77(12)	0,709	0,24(3)	0,310	1801 — 404
1597,52	-	0,003	0,12(1)	0,088	0,80(3)	0,792	0,50(3)	0,459			1569 — 164
1605,36	-	0,007	0,31(14)	0,133	0,89(7)	0,804	0,78(14)	1,000			1514 — 104
1610,19					0,93(10)	1,000					1538 — 104
1634,45					1,04(5)	1,000					1801 — 345
1655,34					0,92(4)	0,922					1569 — 104
1665,73					1,35(6)	1,000					1536 — 69
1669,42	0,90(9)	1,000									1626 — 345
1680,94					0,35(11)	0,922					1569 — 69
1500,61	0,99(29)	1,000									2052 — 526
1525,97	0,26(10)	0,362	0,15(3)	0,027	0,82(7)	0,600	0,33(14)	0,202			1653 — 91
1561,60	1,5(5)	0,740	0,21(8)	-	0,54(19)	-	0,93(28)	-			1653 — 69
1583,95	1,14(29)	1,000					0,53(15)	-			1801 — 164
1637,46			0,35(19)	0,133	0,47(38)	0,804	1,5(6)	1,000			2052 — 434
1643,32			0,7(4)	0,088	1,5(8)	0,792	-	1,453			1826 — 164
1652,12			0,18(3)	0,133	0,82(6)	0,804	0,83(11)	1,000			
1673,44					0,56(22)		1,1(4)				
1689,15			0,25(6)	0,133	0,76(10)	0,804	0,50(20)	1,000			1853 — 164
1697,22					0,98(13)	1,000					1801 — 104
1709,05			0,27(12)	0,133	0,66(22)	0,804	1,2(4)	1,000			1872 — 164
1722,37					0,97(8)	1,000					1826 — 104
1741,75			1,05(26)	1,000							1826 — 84
1749,22					1,02(7)	1,000					1853 — 104
1753,45			0,22(8)	0,133	0,49(14)	0,804	2,0(5)	1,000			1917 — 164
1767,65					1,16(18)	1,000					1872 — 104
1784,25	0,80(29)	1,000									1853 — 69
1790,12											2040 — 249
1793,38					0,80(12)						
1805,55	0,71(10)	1,000									1872 — 69
1813,60					1,0(5)	1,000					1917 — 104
1876,23			0,14(7)	0,133	1,23(17)	0,804	0,72(19)	1,000			2040 — 104
1936,38					1,20(9)	1,000					2040 — 104
1948,40					1,12(25)	1,000					2052 — 104
1957,57			0,30(11)	0,133	1,1(3)	0,804	2,4(7)	1,000			2122 — 164
2017,96					1,06(33)	1,000					2122 — 104

Измеренное ранее отношение  $\gamma_{104,3}/KX=0,06^{16/}$  не позволяло сбалансировать интенсивности переходов в схеме распада  $^{163}\text{Tm}^{1/}$ . Это противоречие снимается результатами настоящей работы, в которой это отношение равно  $0,135 \pm 0,003$ .

В табл.3 приведены коэффициенты относительного ослабления интенсивностей  $\gamma$ -переходов в совпадениях с ЭВК K69,23; K83,97; K 104,32; K80,46 и K85,12 кэВ при распаде  $^{163}\text{Tm}$ . Справа от экспериментальных значений этих коэффициентов в табл.3 приведены расчетные, полученные на основании предложенной схемы распада. Результаты в основном согласуются с выводами<sup>17/</sup> о схеме распада  $^{163}\text{Tm}$ , сделанными на основании сведений о  $\gamma$ - $\gamma$  совпадениях переходов, однако информация о  $e$ - $\gamma$  совпадениях в настоящей работе более обширна и позволяет с большей достоверностью обосновать введение каждого возбужденного состояния  $^{163}\text{Er}$ .

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований уточнены период полураспада и энергия распада  $^{163}\text{Tm}$ . Обнаружены 254  $\gamma$ -перехода, для которых существенно уточнены значения энергий, а также интенсивностей  $\gamma$ -лучей и ЭВК; из них 46 переходов наблюдаются впервые. Для 174  $\gamma$ -переходов сделаны выводы о мультипольности; ранее в<sup>17/</sup> мультипольность  $\gamma$ -излучения была известна для 148 переходов. Получены более широкие сведения о временных совпадениях переходов и позитронах при распаде  $^{163}\text{Tm}$ . Совокупность полученных данных позволяет предложить наиболее полную схему распада  $^{163}\text{Tm}$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Buyn A. Nuclear Data Sheets, 1972, A163, B8, 4, p.295.
2. Dairiki J.M., Browne E., Shirley V.S. Nuclear Data Sheets, A=163, 1980, 29, p.653.
3. Громов К.Я. и др. Тезисы докладов XXVIII Совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. "Наука", Л., 1978, с.97.
4. Вылов Ц. и др. Спектры излучений радиоактивных нуклидов. "ФАН", Ташкент, 1980.
5. Вылов Ц. и др. Тезисы докладов XXX Совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. "Наука", Л., 1980, с.122.
6. Афанасьев В.Л. и др. С:ИЯИ, 13-4763, Дубна, 1969.
7. Молнар Ф., Халкин В., Херрманн Э. ЭЧАЯ, 1973, т.4, вып.4, с.1077.

8. Вылов Цв., Осипенко Б.П., Чумин В.Г. ЗЧАЯ, 1978, т.9, вып.6, с.1350.
9. Громов К.Я. и др. В сб.: Прикладная ядерная спектроскопия. Атомиздат, М., 1978, вып.8, с.59.
10. Кузнецов В.В. и др. ОИЯИ, Р13-12810, Дубна, 1979.
11. Громов К.Я. и др. Программа и тезисы докладов XIV ежегодного совещания по ядерной спектроскопии. "Наука", Л., 1964, с.59.
12. Wapstra A.H., Bos K. Atomic Data and Nuclear Data Tables, 1977, 19, p.177.
13. Вылов Цв. и др. В кн.: Спектры излучений радиоактивных нуклидов, измеренные с помощью полупроводниковых детекторов. ZfK-399, Россендорф, 1980, с.401-408.
14. Абдуразаков А.А. и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1980, т.44, 9, с.1843.
15. Hager R.S., Seltzer E.C. Nuclear Data Tables, 1968, A4, p.1.
16. Vjornholm S. et al. J.Inorg.Nucl.Chem., 1961, 21, p.193.
17. Абдуразаков А.А. и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1976, т.40, 10, с.2089.