



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

A 139

P6-90-228

А.А.Абдуразаков¹, Ю.Ш.Адиб¹, К.Я.Громов,
А.К.Караходжаев¹, В.В.Кузнецов, Я.А.Сайдимов²,
Ж.Сэрээтэр, Ш.Оманов³

РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД $^{153}\text{Tb} \rightarrow ^{153}\text{Gd}$

Экспериментальные результаты исследований
 γ -излучения

¹Ташкентский государственный университет

²Научно-исследовательский институт прикладной
физики ТашГУ, Ташкент

³Самаркандский государственный университет

1. ВВЕДЕНИЕ

Варианты схемы распада $^{153}\text{Tb} \rightarrow ^{153}\text{Gd}$ предлагались в работах^{/1-9/} на основе анализа спектров γ -лучей, электронов внутренней конверсии /ЗВК/ и позитронов, изучения $\gamma\gamma$ - и $e\gamma$ -совпадений, угловых $\gamma\gamma$ -корреляций и угловых распределений γ -лучей от ориентированных ядер. Однако сложность спектров излучения ^{153}Tb в ряде случаев приводила к различиям при интерпретации экспериментальных данных и при введении возбужденных уровней ^{153}Gd при распаде ^{153}Tb , $5/2^+$ / $T_{1/2} = 2,34$ сут /.

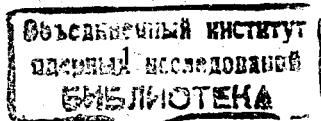
С целью уточнения данных об энергиях и интенсивностях γ -переходов при распаде ^{153}Tb , получения сведений об их размещении в схеме распада нами продолжено исследование спектров γ -лучей и $e\gamma$ -совпадений.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СПЕКТРОВ

^{153}Tb получался в реакции глубокого расщепления тантала протонами с энергией 660 МэВ на синхроциклотроне ОИЯИ. Из облученной мишени радиохимическим методом^{/10/} выделялся тербий. Радиоактивные нуклиды ^{153}Tb внедрялись в майларовую пленку толщиной 0,68 мг/см² при помощи электромагнитного сепаратора изотопов^{/11/} при ускоряющем потенциале 20 кВ. Примеси других изотопов тербия в источнике ^{153}Tb оценивались и были по активности меньше 0,1%.

Спектры γ -лучей ^{153}Tb измерялись при помощи спектрометров с Ge(Li)-детекторами объемом 1,3 см³ / $\Delta E = 600$ эВ при $E_{\gamma} = 122$ кэВ ^{57}Co / и 38 см³ / $\Delta E = 1,9$ кэВ при $E_{\gamma} = 1332$ кэВ ^{60}Co /.

Перед началом измерений спектров γ -лучей проводились исследования нелинейности и эффективности спектрометров с целью выбора оптимальных энергетических диапазонов /для разрешения и эффективности/ измерений. Вопросы исследования нелинейности спектрометрической аппаратуры изложены в работе^{/12/}. Опорные фотопики выбирались таким образом, чтобы разность каналов между ними составляла не менее 2500-3000 каналов. В качестве опорных точек использовались значения энергий 279,185/6/ кэВ / ^{203}Hg / и 1332,485/5/ кэВ / ^{60}Co /. Нелинейность спектрометра



Энергии и интенсивности γ -лучей ^{153}Tb , мультипольности γ -переходов и их размещение в схеме уровней ^{153}Gd

с $38 \text{ см}^3 \text{ Ge(Li)}$ -детектором исследовалась с помощью источников ОСГИ, ^{152}Eu , ^{207}Bi и $^{110\text{m}}\text{Ag}$, а эффективность спектрометра - с помощью источников ^{75}Se , ^{182}Ta , ^{152}Eu , ^{160}Tb , ^{192}Ir , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ и ^{56}Co . Энергии γ -лучей калибровочных источников известны с точностью вплоть до 5 эВ в жесткой области энергий, а интенсивности - с точностью до $2\pm 3\%$.

Измерения спектров $e\gamma$ -совпадений осуществлялись на установке/13/, собранной на базе светосильного бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем/14/ и спектрометра с Ge(Li) -детектором объемом 35 см^3 / $\Delta E = 3,5 \text{ кэВ}$ при $E_\gamma = 1332 \text{ кэВ } ^{60}\text{Co}$ /.

Результаты анализа спектров $e\gamma$ -совпадений представлены во второй части работы/16/.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенные исследования спектров γ -лучей и $e\gamma$ -совпадений при распаде ^{153}Tb позволили нам обнаружить более 300 γ -переходов в ^{153}Gd , при этом существенно уточнить значения их энергий и интенсивностей. Значения энергий и интенсивностей γ -лучей определялись как средневзвешенные величины из не менее чем четырех независимых серий измерений.

В таблице приведены значения энергий, относительных интенсивностей γ -лучей, полные интенсивности, мультипольности γ -переходов, их размещение в схеме распада $^{153}\text{Tb} \rightarrow ^{153}\text{Gd}$. В последней графе таблицы отражен факт наблюдения совпадений, на основе которого сделано заключение о размещении γ -перехода в схеме распада $^{153}\text{Tb} \rightarrow ^{153}\text{Gd}$.

Анализ спектров совпадений указывает на то, что более чем 50 γ -переходов - сложные, и они должны быть размещены в двух местах схемы уровней ^{153}Gd . В отдельных случаях нам удалось оценить интенсивности компонентов этих сложных γ -переходов на основе $e\gamma$ -совпадений.

При расчете коэффициентов внутренней конверсии γ -переходов принималось, что мультипольность γ -перехода с энергией $212,0 \text{ кэВ}$ типа $E1$ / $\alpha_{\text{теор}}^{15/} = 3,4 \cdot 10^{-2}$ /. Интенсивности ЭВК переходов взяты из работ/1,2/. Мультипольности γ -переходов с энергией $41,56$; $51,79$; $68,19$; и $87,62 \text{ кэВ}$ взяты из работы/1/.

При дополнительном анализе спектрограмм ЭВК, полученных на бета-спектрографах/1/, в области энергий $E_e < 100 \text{ кэВ}$ нами обнаружены L_1 -, L_2 , и L_3 -линии ЭВК нового γ -перехода с энергией $53,6 \text{ кэВ}$. Интенсивности $I_{L_1} = 0,80(6)$, $I_{L_2} = 0,10(2)$ и $I_{L_3} = 0,25(5)$ ед. /в единицах $I_{K_{212}} = 3,4$ ед., $I_{\gamma_{212}} = 100$ ед./ . По соотношению интенсивностей L-линий перехода с энергией $53,6 \text{ кэВ}$ $L_1/L_2 = 8,0(20)$, $L_1/L_3 = 3,2(7)$ и $L_2/L_3 =$

E_γ (ΔE_γ)	I_γ (ΔI_γ)	I_n (ΔI_n)	МУЛЬТИП.	РАЗМЕЩЕНИЕ	СОВПАД.	
1	2	3	4	5	6	
$K\alpha_1$	167(6)					
$K\alpha_2$	105(10)					
$K\beta_1$	52(2)					
$K\beta_2$	13(1)					
1,8		<5,0 ^B		95,15	93,31	
16,4		5,50(5) ^Г		109,75	93,31	
19,4		15,6(20) ^Г	$E2+1,6\%M1$	129,16	109,75	$e\gamma$
41,56(1)		120(10) ^Д	$M1+6,4\%E2$	41,55	0	
51,79(2)	1,75(15)	27(5)	$M1+3,2\%E2$	93,31	41,55	$e\gamma$
53,60(2)		5,5(5) ^В	$M2$	95,15	41,55	
54,23(2)	0,37(2)	1,0(3)	$E1$	183,46	129,16	$e\gamma$
66,15(5)	0,09(2)	0,8(2)	$E1$	249,53	183,46	$e\gamma$
68,19(2)	1,30(4)	12,0(2)	$M1+5,1\%E2$	109,75	41,55	$e\gamma, \gamma\gamma$
82,85(1)	21,2(5)	29(3)	$E1$	212,00	129,16	$e\gamma, e\gamma$
87,62(2)	5,15(15)	16(2)	$M1+0,1\%E2$	129,16	41,55	$e\gamma$
88,30(2)	1,48(6)	6,0(3)	$E2$	183,46	95,15	$e\gamma$
				530,49	442,19 ^Е	$e\gamma$
90,15(2)	1,16(5)	1,70(3)	$E1$	183,46	93,31	$e\gamma$
91,54(2)	0,79(4)	2,30(4)	$M1+E2$	303,52	212,00	$\gamma\gamma$
93,36(2)	0,49(3)	2,0(2)	$E2$	93,31	0	
102,26(1)	21,9(5)	29(3)	$E1$	212,00	109,75	$e\gamma, \gamma\gamma$
106,86(3)	0,12(2)	0,22(4)	$M1+E2$	290,36	183,46	$\gamma\gamma$
109,76(1)	23,0(5)	55,5(25)	$M1$	109,75	0	
120,22(2)	0,08(2)	0,18(4)		303,52	183,46	$\gamma\gamma, e\gamma$
126,12(3)	0,36(3)	0,73(4)	$M1$	442,19	316,04	$\gamma\gamma, e\gamma$
				219,32	93,31	$\gamma\gamma, e\gamma$
129,17(2)	1,93(6)	3,6(2)	$M1$	129,16	0	
132,55(1)	0,49(2)	1,1(1)	$M1$	316,04	183,46	$\gamma\gamma, e\gamma$
139,82(2)	0,45(2)	0,9(1)	$M1$	249,53	109,75	$e\gamma, \gamma\gamma$
141,92(1)	3,45(7)	4,3(2)	$E1$	183,46	41,55	$e\gamma$
147,66(3)	0,07(2)	0,13(2)		508,79	361,63	$\gamma\gamma, e\gamma$

1	2	3	4	5	6
151,86(3)	0,33(2)	0,48(5)	E2	442,19	290,36 <i>yy,ey</i>
152,73(5) ^{a)}	0,10(2)	0,11(2)		368,64	215,95
166,92(3)	0,15(2)	0,19(2)	M1+E2	482,75	316,04 <i>yy</i>
170,45(2)	19,0(4)	20,3(4)	E1	212,00	41,55 <i>ey</i>
174,40(1)	4,45(15)	3,4(2)	M1+(E2)	215,95	41,55 <i>ey</i>
		2,0(4)	(E1)	303,52	129,16 <i>ey</i>
178,14(2)	0,30(2)	0,32(3)	E1	361,59	183,46 <i>yy</i>
183,46(1)	2,80(6)	3,03(6)	E1	183,46	0
186,11(4)	0,11(2)	0,14(2)	M1+E2	315,24	129,16 <i>ey</i>
186,85(3)	0,46(2)	0,33(4)	E1	316,04	129,16 <i>yy</i>
		0,16(3)		436,31	249,53 ^{e)} <i>ey</i>
192,82(6)	0,07(2)	0,08(2)		442,19	249,53 <i>ey</i>
193,80(1)	1,09(3)	1,14(2)	E1	303,52	109,75 <i>ey,yy</i>
195,18(2)	2,62(8)	3,2(1)	M1+E2	290,36	95,15 <i>ey,yy</i>
197,18(6)	0,26(2)	0,27(2)	E1	412,91	215,95 ^{e)} <i>ey</i>
198,88(5)	0,07(2)	0,07(2)		448,42	249,53 <i>yy,ey</i>
206,27(2)	0,73(4)	0,78(5)	E1	316,04	109,75 <i>ey,yy</i>
208,09(1)	1,90(7)	2,3(2)	M1	249,53	41,55 <i>ey</i>
210,27(2)	4,1(2)	4,2(2)	E1	303,52	93,31 <i>ey</i>
212,00(1)	100,0	104(2)	E1	212,00	0
216,07(4)	0,20(2)	0,22(2)	M1	215,95	0
223,62(3)	0,16(2)	0,17(2)		636,48	412,91 <i>yy,ey</i>
226,15(6)	0,15(3)	0,16(3)	E1	708,90	482,80 <i>ey,yy</i>
				442,19	215,95 <i>yy,ey</i>
229,61(5)	0,07(2)	0,08(2)	(M1+E2)	412,91	183,46 <i>ey</i>
232,7(3) ^{e)}	0,09(4)	0,09(4)		448,42	215,95 <i>ey</i>
233,87(3)	0,27(2)	0,27(2)	E1	782,53	548,51 <i>yy,ey</i>
239,76(4)	0,21(3)	0,22(3)	E2	368,64	129,16 <i>ey,yy</i>
248,77(2)	1,0(1)	1,1(1)		290,36	41,55 <i>ey</i>
249,55(1)	7,5(2)	8,6(2)	M1	249,53	0
258,65(3)	0,28(2)	0,34(2)	M1	442,19	183,46 <i>yy,ey</i>
261,98(1)	2,0(1)	2,1(2)	E1	303,52	41,55 <i>ey</i>
266,82(5)	0,19(3)	0,22(3)	M1	708,90	442,19 <i>yy</i>
273,42(7)	0,19(3)	0,20(3)	M1+E2	315,22	41,55 <i>ey</i>
274,0(1)	0,20(3)	0,21(3)		316,04	41,55
275,15(2)	0,88(3)	0,97(3)	M1	368,64	93,31 <i>ey</i>
278,52(3)	0,30(2)	0,32(2)	M1	782,53	504,00 <i>yy</i>

1	2	3	4	5	6
281,1(3)	0,05(2)	0,05(2)	M1	530,49	249,53 <i>ey</i>
285,1(2)	0,05(2)	0,05(1)		504,00	219,32 <i>ey</i>
290,5(3)	0,03(1)	0,03(1)		290,36	0
291,74(3)	0,22(1)	0,23(1)		607,45	316,04 <i>yy</i>
292,25(5)	0,09(1)	0,10(1)		775,14	482,75 <i>ey</i>
299,64(2)	0,50(2)	0,53(2)		482,75	183,46 <i>yy,ey</i>
				782,53	482,75 <i>yy</i>
303,0(2) ^{e)}		0,10(1)		412,91	109,75 <i>ey,yy</i>
303,51(1)	3,18(2)	3,13(2)	E1	303,52	0
310,5(1)	0,12(1)	0,13(1)	M1+E2	1131,67	821,27 <i>ey</i>
315,19(2)	1,90(5)	2,0(1)	M1+E2	315,22	0
316,04(2)	1,74(3)	1,76(5)	E1	316,04	0
318,90(8)	0,20(2)	0,21(2)		731,60	412,91 ^{e)} <i>ey</i>
319,3 ^{e)}				448,42	129,16 <i>ey</i>
320,00(2)	1,25(10)	1,35(20)	M1	361,63	41,55 <i>ey</i>
325,29(5)	0,16(2)	0,17(2)	E1	508,79	183,46 <i>ey</i>
327,18(2)	0,92(4)	0,98(4)	M1	857,50	530,49 <i>yy,ey</i>
				327,15	0
332,62(3)	0,57(3)	0,41(3)	(E1)	442,19	109,75 <i>ey,yy</i>
		0,18(3)		548,51	215,95 ^{e)} <i>ey</i>
334,19(4)	0,15(2)	0,16(2)	M1+E2	782,53	448,42 <i>yy,ey</i>
340,43(3)	0,95(4)	1,02(4)		782,53	442,19 <i>yy,ey</i>
346,23(4)	0,22(1)	0,23(1)	E1	782,53	436,31 <i>yy</i>
				636,48	290,36 <i>ey,yy</i>
348,75(4)	0,23(1)	0,24(1)	E1	442,19	93,31 <i>ey,yy</i>
353,42(2)	0,13(2)	0,13(3)	E1	482,75	129,16 <i>ey</i>
355,06(3)	0,83(4)	0,88(4)	M1	448,42	93,31 <i>ey,yy</i>
361,68(4)	0,76(4)	0,81(4)	M1	361,63	0
362,9(2)	0,14(3)	0,15(3)		731,60	368,64 <i>ey</i>
365,4(3)	0,02(1)	0,02(1)		548,51	183,46 <i>ey</i>
368,66(4)	0,17(1)	0,18(1)	M1+E2	368,64	0
371,30(5)	0,33(2)	0,34(2)	E1	412,91	41,55 <i>ey</i>
379,32(9)	0,06(2)	0,06(3)	M1	508,79	129,16 ^{e)} <i>ey</i>
387,1(2) ^{e)}	0,04(1)	0,04(1)	E2	636,47	249,53 ^{e)} <i>ey</i>
392,6(2)	0,12(3)	0,12(3)		708,90	316,04 <i>yy,ey</i>
393,4(3)	0,32(2)	0,33(2)	M1	708,90	315,24 <i>yy</i>
398,8(7)	0,04(1)	0,04(2)	M1	847,66	448,42 <i>ey</i>
400,60(3)	0,53(2)	0,54(3)	E1	442,19	41,55 <i>ey</i>

1	2	3	4	5	6
405,65(2)	0,11(3)	0,11(3)	M1	847,66	442,19 ^{e)} ey
406,81(8)	0,32(2)	0,33(2)	M1	448,42	41,55 ey
410,88(6)	0,13(2)	0,13(2)	M1	504,00	93,31 ey
413,4(5)	0,05(3)	0,05(3)		412,91	0
417,20(5)	0,21(2)	0,21(2)	E1	636,48	219,20 yy,ey
418,5(3) ^{e)}	0,05(2)	0,05(2)		708,90	290,36 ey
420,40(4)	0,21(1)	0,13(1)		636,48	215,95 ey,yy
		0,09(1)		530,49	109,75 ey
423,3(1)	0,08(2)	0,09(2)	E2	865,56	442,19
436,29(2)	2,0(3)	2,1(3)	M1	436,31	0
				945,16	508,79 yy,ey
441,2(3) ^{e)}				945,16	504,00 ey
442,16(4)	0,70(5)	0,71(5)	E1	442,19	0
448,46(3)	0,55(5)	0,56(5)	M1+E2	448,42	0
451,5(2)	0,09(2)	0,09(2)	M1	955,51	504,00 ey
455,35(2)	1,14(4)	1,18(4)	M1	548,51	93,31 ey
				782,53	327,15 yy,ey
459,3(2)	0,07(2)	0,07(2)	E1	708,90	249,53 ey,yy
462,4(2)	0,08(1)	0,08(2)	M1+E2	504,00	41,55 ey
466,5(2) ^{e)}				782,53	316,04 ey
467,18(2)	1,42(1)	1,45(2)	M1+E2	782,53	315,22 yy
				508,79	41,55 ey
470,64(9)	0,07(1)	0,07(1)		1328,21	857,50 ^{e)} ey
479,15(6)	0,07(3)	0,07(3)		847,66	368,64 ey
482,17(5)	0,26(2)	0,26(2)	E1	731,60	249,53 ey
482,9(2)				482,75	0
484,00(6)	0,25(2)	0,25(2)	E1	1014,9	530,49 ey
488,98(5)	0,32(2)	0,32(2)		530,49	41,55 ey
				937,36	448,42 yy,ey
494,32(5)	0,23(1)	0,23(1)	E1	1101,60	607,45 yy
496,61(3)	0,90(5)	0,93(5)		945,16	448,42 ey,yy
503,0(2) ^{e)}				945,16	442,19 ey
504,0(1)				504,00	0
504,6(2)	0,52(2)	0,52(2)	E1	1035,15	530,49 yy,ey
507,4(3)	0,51(2)	0,52(3)	M1	548,51	41,55 ey,yy
508,56(8)	1,20(3)	1,20(3)	M1+E2	508,79	0
514,2(5)	0,30(3)	0,30(3)	E2	607,45	93,31 ey,yy
515,5(3)	0,17(3)	0,17(3)	E1	731,60	215,95 ey

1	2	3	4	5	6
525,67(4)	0,44(2)	0,31(2)		708,90	183,46 yy
		0,13(2)		775,14	249,57 ^{e)} ey
526,6(3)	0,13(2)	0,02(2)		636,47	109,75 ey,yy
		0,12(2)		1035,15	508,79 yy
530,43(4)	0,39(2)	0,40(2)	M1	530,49	0
				857,50	327,15 yy
533,05(4)	0,35(2)	0,35(2)	E1	782,53	249,53 ey,yy
541,37(3)	0,35(1)	0,36(1)		636,48	95,15 ^{e)} ey
				857,50	316,04 yy
542,5(2) ^{e)}	0,07(2)	0,07(2)		857,50	315,22 ey
548,3(2)	0,25(7)	0,27(7)	M1	731,60	183,46 yy,ey
				548,51	0
549,35(2)	0,09(2)	0,10(2)	M1	865,56	316,04 yy,ey
552,9(1)	0,42(2)	0,42(2)	E1	1101,60	548,51 yy,ey
557,25(5)	0,20(1)	0,20(1)	E1	847,66	290,36 ey,yy
565,54(4)	0,11(1)	0,11(1)	M1+E2	607,45	41,55 ey,yy
571,43(7)	0,31(2)	0,31(2)	(M1)	821,27	249,53 ey,yy
579,77(3)	0,46(2)	0,46(2)	E1	708,90	129,16 ey,yy
586,51(9)	0,09(4)	0,09(4)	E1	1035,15	448,42 yy,ey
591,4(1)	0,10(1)	0,10(1)		775,14	183,46 ^{e)} ey
594,6(8)	0,13(2)	0,13(2)		1452,33	857,50 ^{e)} ey
598,2(2)	0,40(2)	0,18(2)	M1	847,66	249,53 ey,yy
599,1(2)		0,26(3)		708,90	109,75 ey,yy
		<0,05		782,53	183,46 yy,ey
605,20(5)	0,18(1)	0,18(1)	E1	821,27	215,95 ey,yy
607,5(1)	0,10(1)	0,11(1)	M1	607,45	0
				857,50	249,53 ^{e)} ey
617,8(1)	0,08(1)	0,08(1)	E2	945,16	327,15 yy
622,0(1)	0,07(1)	0,07(1)		731,60	109,75 ey
629,74(2)	1,3(1)	1,3(1)	E1	945,16	315,22 yy,ey
636,42(6)	0,28(2)	0,29(2)	M1+E2	636,48	0
638,2(1)	0,36(2)	0,21(2)	E1	731,60	93,31 ey
		0,15(2)		821,27	183,46 ey
641,7(2) ^{e)}	0,05(1)	0,05(1)		945,16	303,52 ey
646,3(2) ^{e)}	0,04(1)	0,04(1)		1014,9	368,64 ey
647,1(2)	0,09(1)	0,09(1)		937,35	290,36 ey
650,2(3) ^{e)}	0,02(1)	0,02(1)		1180,59	530,49 ey

1	2	3	4	5	6
653,28(5)	0,51(2)	0,51(2)	E1	1101,60	448,42 <i>γγ</i>
				782,53	129,16 <i>εγ</i>
665,23(6)	1,25(10)	1,25(10)	E1	1101,60	436,31 <i>γγ,εγ</i>
				955,51	290,36 <i>γγ,εγ</i>
666,2(2) ^{εδ}				1035,15	368,64 <i>εγ</i>
667,3(2)	0,12(2)	0,12(2)	E1	708,90	41,55 ^{εδ} <i>εγ</i>
673,5(1)	0,35(10)	0,4(1)	E1	1035,15	361,63 <i>γγ,εγ</i>
678,80(8)	0,17(1)	0,17(1)	M1	1387,5	708,90 ^{εδ} <i>εγ</i>
682,31(5)	0,13(1)	0,13(1)	E2	865,56	183,46 <i>γγ,εγ</i>
690,0(3)	0,82(6)	0,82(6)	E1	731,60	41,55 <i>εγ</i>
695,33(6)	0,05(2)	0,05(2)	E1	945,16	249,53 <i>εγ</i>
705,85(10)	0,10(2)	0,10(2)		955,51	249,53 <i>εγ,γγ</i>
711,53(3)	0,36(2)	0,36(2)	E1	821,27	109,75 <i>εγ,γγ</i>
718,47(8)	0,15(2)	0,08(2)	M1+E2	937,35	219,19 <i>γγ,εγ</i>
		0,08(2)		847,66	129,16 <i>εγ</i>
721,40(6)	0,30(1)	0,30(1)	E1	937,35	215,95 <i>εγ,γγ</i>
727,8(2)	0,18(3)	0,18(3)	E1	821,27	93,31 <i>εγ</i>
728,6(2) ^{αδ}	0,13(3)	0,13(3)	E1	1044,6	316,04 <i>εγ</i>
733,5(2)	0,11(1)	0,11(1)	E1	775,14	41,55 ^{εδ} <i>εγ</i>
736,41(4)	0,44(2)	0,44(3)	E1	865,56	129,16 <i>εγ,γγ</i>
739,6(2)	1,0(2)	1,0(2)	E1	955,51	215,95 <i>εγ,γγ</i>
740,8(2)	0,28(3)	0,28(3)		1044,6	303,52 ^{εδ} <i>εγ</i>
744,5(2)	0,02(1)	0,02(1)		1035,15	290,36 <i>εγ</i>
748,0(2)	0,04(1)	0,04(1)		857,50	109,75 <i>εγ</i>
750,0(2)	0,04(1)	0,04(1)		1118,58	368,64
754,00(5)	0,17(1)	0,17(1)	M1+E2	937,35	183,46 <i>γγ,εγ</i>
755,84(5)	0,49(3)	0,49(3)	E1	865,56	109,75 <i>εγ,γγ</i>
761,83(6)	0,29(4)	0,29(4)	M1	945,16	183,46 <i>γγ,εγ</i>
771,9(3)	0,05(1)	0,05(2)	M1	955,51	183,46 <i>γγ</i>
775,0(2)	0,05(1)	0,05(1)	E1	775,14	0
779,5(1)	0,15(3)	0,15(3)		1328,21	548,51 <i>εγ</i>
785,65(3)	0,9(1)	0,3(1)		1101,60	316,04 <i>γγ,εγ</i>
		0,6(1)		1035,15	249,53 <i>εγ,γγ</i>
794,1(2) ^{εδ}	0,05(1)	0,05(1)		1401,49	607,45 <i>εγ</i>
795,4(2)	0,13(1)	0,13(1)	E1	1044,6	249,53 ^{εδ} <i>εγ</i>
798,8(1)	0,25(1)	0,25(1)	E1	1014,9	215,95 <i>εγ,γγ</i>
806,6(2)	0,024(7)	0,024(7)		990,15	183,46 <i>εγ</i>
811,8(7)	0,04(2)	0,04(2)		1180,59	368,68

1	2	3	4	5	6
816,00(4)	0,9(1)	0,6(2)	M1+E2	857,50	41,55 <i>εγ</i>
		0,3(1)		945,16	129,16 <i>εγ</i>
819,2(3) ^{εδ}	0,05(2)	0,05(2)		1035,15	215,95 <i>εγ,γγ</i>
821,4(3)	0,13(3)	0,13(3)	E1	821,27	0
824,1(2)	0,15(3)	0,15(3)		865,57	41,55 <i>εγ</i>
826,3(2) ^{εδ}		<0,2		955,51	129,16 <i>εγ</i>
827,25(5)	0,7(3)	0,7(3)	E1	937,35	109,75 <i>εγ,γγ</i>
835,46(3)	3,5(2)	3,5(2)	E1	945,16	109,75 <i>εγ,γγ</i>
842,30(5)	0,10(1)	0,10(1)	M1+E2	937,35	95,15 <i>εγ</i>
845,72(2)	1,1(2)	1,1(2)	E1	955,51	109,75 <i>εγ,γγ</i>
852,01(2)	0,90(6)	0,90(6)	E1	1101,60	249,53 <i>εγ,γγ</i>
857,55(3)	0,65(5)	0,65(5)	M1	857,50	0
860,90(6)	0,26(3)	0,26(3)	E1	990,15	129,16 <i>εγ,γγ</i>
865,54(5)	0,65(5)	0,65(5)	E1	865,56	0
869,2(2)	0,08(2)	0,08(2)	E1	1118,58	249,53 <i>εγ,γγ</i>
871,2(3)	0,09(2)	0,09(2)		1401,49	530,49 ^{εδ} <i>εγ</i>
880,70(6)	0,15(1)	0,15(1)	E1	990,15	109,75 <i>εγ,γγ</i>
882,50(5)	0,15(1)	0,06(1)		1131,67	249,53 <i>εγ,γγ</i>
		0,09(1)		1066,45	183,46 <i>γγ</i>
885,60(6)	0,12(1)	0,12(1)	E1	1014,90	129,16 <i>εγ,γγ</i>
890,15(5)	0,13(1)	0,13(1)	M1+E2	1180,59	290,36 <i>γγ,εγ</i>
895,7(2)	0,07(1)	0,07(1)	E1	937,35	41,55 <i>εγ</i>
903,62(3)	2,07(8)	2,07(8)	E1	945,16	41,55 <i>εγ</i>
905,96(5)	1,45(7)	1,45(7)	E1	1035,15	129,16 <i>εγ,γγ</i>
912,3(2)	0,05(6)	0,05(1)	M1+E2	1131,67	219,32 <i>γγ,εγ</i>
915,2(3)	0,04(1)	0,04(1)		1131,67	215,95 <i>εγ,γγ</i>
918,08(4)	0,33(3)	0,33(3)	M1	1101,60	183,46 <i>γγ,εγ</i>
925,45(2)	0,38(2)	0,38(2)	E1	1035,15	109,75 <i>εγ,γγ</i>
931,0(2)	0,022(6)	0,022(6)	(M1,E2)	1180,59	249,53 <i>εγ</i>
937,38(4)	0,41(3)	0,41(3)	E1	1066,45	129,16 <i>εγ,γγ</i>
		<0,08		937,35	0
945,24(3)	2,75(15)	2,75(15)	E1	945,16	0
				1387,5	442,19 ^{εδ} <i>εγ</i>
948,3(1)	0,07(1)	0,07(1)	E1	1452,33	504,00 ^{εδ} <i>εγ</i>
955,6(2)	0,07(3)	0,07(3)	E1	955,51	0
956,54(6)	0,13(2)	0,13(2)		1066,45	109,75 <i>εγ,γγ</i>
964,67(6)	0,10(1)	0,10(1)	E1	1180,59	215,95 <i>εγ,γγ</i>
972,55(6)	1,06(3)	1,06(3)	E1	1101,60	129,16 <i>εγ,γγ</i>

1	2	3	4	5	6
979,70(6)	0,09(1)	0,09(1)	E1	1199,04	219,32 $\gamma\gamma, e\gamma$
982,9(1)	0,03(1)	0,03(1)	M1+E2	1199,04	215,95 $e\gamma$
990,3(2)	0,09(2)	0,09(2)	E1	1426,7	436,31 ^e $e\gamma$
				990,15	0
991,85(2)	3,5(2)	3,5(2)	E1	1101,60	109,75 $e\gamma, \gamma\gamma$
997,07(8)	0,10(1)	0,10(1)	M1	1180,59	183,46 $\gamma\gamma, e\gamma$
1008,7(2)	0,02(1)	0,02(1)		1118,58	109,75 $e\gamma$
1012,18(6)	0,10(1)	0,10(1)	M1	1328,21	316,04 $\gamma\gamma, e\gamma$
1014,90(4)	0,25(1)	0,25(1)	E1	1014,90	0
1021,95(4)	0,31(1)	0,31(1)	E1	1131,67	109,75 $e\gamma, \gamma\gamma$
1024,6(1)	0,04(1)	0,04(1)	E1	1118,58	93,31 $e\gamma$
1032,2(3) ^e	0,03(1)	0,03(1)		1401,49	368,64 $e\gamma$
1036,69(6)	0,16(2)	0,16(2)		1131,67	95,15 $e\gamma$
1044,2(5)	0,03(1)	0,03(1)		1044,6	0
1051,50(6)	0,11(2)	0,11(2)	(E2)	1180,59	129,16 $e\gamma, \gamma\gamma$
1054,6(1)	0,08(2)	0,08(2)	(M1, E2)	1422,9	368,64 ^e $e\gamma$
1060,18(5)	0,35(10)	0,35(10)	E1	1101,60	41,55 $e\gamma$
1066,7(2)	0,13(2)	0,13(2)	E1	1066,45	0
1069,7(5)	0,06(1)	0,06(1)	E1	1180,59	109,75 $e\gamma$
1077,2(3)	0,05(3)	0,05(3)		1118,58	41,55 ^e $e\gamma$
1078,56(9)	0,17(5)	0,17(5)	E1	1328,21	249,53 $e\gamma, \gamma\gamma$
1085,6(2)	0,06(2)	0,06(2)		1401,49	316,04 ^e $e\gamma$
1090,25(15)	0,04(1)	0,04(1)	E1	1131,67	41,55 $e\gamma$
1098,2(2)	0,03(1)	0,03(1)		1401,49	303,52 ^e $e\gamma$
1101,69(3)	1,03(2)	1,03(2)	E1	1101,60	0
1105,70(6)	0,20(2)	0,20(2)	(E1)	1199,04	93,31 $e\gamma$
1111,8(2)	0,05(1)	0,05(1)	E1	1328,21	215,95 $e\gamma, \gamma\gamma$
1118,45(10)	0,11(2)	0,11(2)	E1	1118,58	0
1131,9(2)	0,010(5)			1131,67	0
1139,10(5)	0,18(3)	0,18(3)	E1	1180,59	41,55 $e\gamma$
1144,4(2)	0,04(1)	0,04(1)	(E1)	1328,21	183,46 $e\gamma$
1157,7(1)	0,02(1)	0,02(1)		1199,04	41,55 $e\gamma$
1179,65(10)	0,07(2)	0,07(2)	E1	1272,6	93,31 $e\gamma$
1199,05(5)	0,22(1)	0,22(1)	E1	1328,21	129,16 $e\gamma, \gamma\gamma$
		<0,05		1199,04	0
1202,8(3)	0,020(5)	0,020(5)	E1	1452,33	249,53 ^e $e\gamma$

1	2	3	4	5	6
1210,8(2)	0,015(5)	0,015(5)	M1	1426,7	215,95 ^e $e\gamma$
1218,48(5)	0,09(3)	0,09(3)	E1	1328,21	109,75 $e\gamma, \gamma\gamma$
1231,05(5)	0,15(1)	0,15(1)		1272,6	41,55 $e\gamma$
1272,45(5)	0,13(2)	0,06(2)	E1	1401,49	129,16 $e\gamma$
		0,07(2)		1272,6	0
1291,5(3) ^e	0,02(1)			1401,49	109,75 ^e $e\gamma$
1294,8(5)	0,04(1)	0,04(1)	E1	1387,5	93,31 ^e $e\gamma$
1323,0(3)	0,05(1)	0,05(1)	E1	1452,33	129,16 ^e $e\gamma$
1328,8(3)	<0,01			1328,21	0
1342,7(2)	0,02(1)	0,02(1)	E1	1452,33	109,75 ^e $e\gamma$
1347,0(3)	0,02(1)	0,02(1)		1387,5	41,55 ^e $e\gamma$
1359,8(1)	0,08(1)	0,08(1)	E1	1401,49	41,55 $e\gamma$
1381,6(2)	<0,01			1422,9	41,55
1401,5(2)	0,012(5)	0,012(5)		1401,49	0
1426,7(1)	<0,01			1426,7	0

Интенсивности γ -лучей нормированы к интенсивности γ -лучей с энергией $E_\gamma = 212,0$ кэВ / $I_\gamma = 100$ ед./.

а/ γ -переходы, полученные при обработке сложных пиков в спектрах γ -лучей.

б/ γ -переходы, полученные при анализе спектров $e\gamma$ -совпадений.

в/ Интенсивности γ -переходов рассчитаны на основе баланса интенсивностей уровня с энергией 95,15 кэВ в предположении, что переход с энергией 53,6 кэВ имеет мультипольность типа M2.

г/ Интенсивности γ -переходов определены на основе анализа спектров $e\gamma$ -совпадений.

д/ Интенсивность γ -перехода 41,6 кэВ определена как сумма интенсивностей γ -лучей и электронов внутренней конверсии. Интенсивности ЭВК получены при измерении на безжелезном бета-спектрометре с тороидальным магнитным полем.

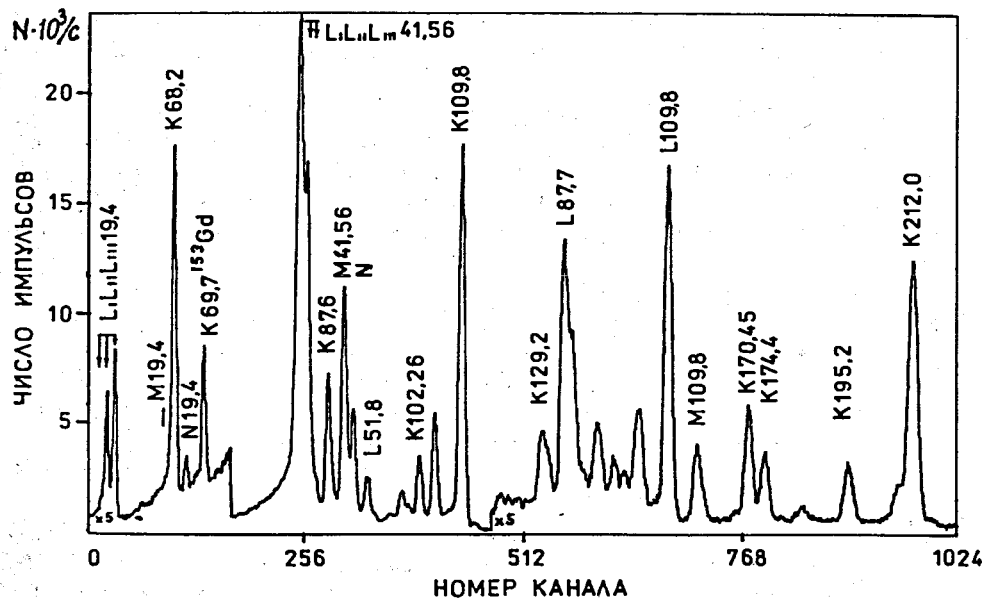
е/ Заключение о новом размещении γ -переходов в схеме распада сделано на основе анализа спектров $e\gamma$ -совпадений.

= 0,40(11) [теория^{15/} дает для перехода типа M2: $L_1/L_2 = 9,9$, $L_1/L_3 = 3,1$ и $L_2/L_3 = 0,31$] сделан вывод о том, что этот γ -переход типа M2. Он, вероятнее всего, размещается между уровнями 95,15 кэВ, $9/2^+$ и 41,56 кэВ, $5/2^-$. Полная интенсивность перехода с энергией 53,6 кэВ составляет 5,5(5) ед. Уровень с энергией 95,15 кэВ, $9/2^+$ должен разряжаться двумя переходами: переходом с энергией 53,6 кэВ и переходом с энергией 1,8 кэВ, введенным на основе анализа спектров $e\gamma$ -совпадений. Из балан-

са интенсивностей переходов в схеме распада $^{153}\text{Tb} \rightarrow ^{153}\text{Gd}$ следует сделать вывод о том, что интенсивность перехода с энергией 1,8 кэВ не более 5,0 ед., так как интенсивность заселения уровня с энергией 95,15 кэВ, $9/2^+$, полученная из баланса интенсивностей переходов, равна 9,6(9) ед., при этом, естественно, $I_{\beta+\epsilon} = 0$ для бета-перехода $5/2^+ \rightarrow 9/2^+$.

При анализе спектра ЭВК, измеренного с помощью бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем^{/14/}, нами определена мультипольность перехода с энергией 19,4 кэВ как $E2+1,6(6)\%M1$ из значений соотношений $L_1/L_2 = 0,012(6)$, $L_1/L_3 = 0,70(2)$, полученных в эксперименте. Соотношения величин теоретических коэффициентов внутренней конверсии^{/15/} L_1/L_2 и L_1/L_3 равны для перехода типа E2 - 0,012 и 0,60, а для M1 - 9,66 и 4,84 соответственно.

На рисунке приведен участок одного из спектров электронов внутренней конверсии, полученный при помощи бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем. На рисунке отмечены ЭВК γ -переходов, с которыми мы проводили измерения спектров совпадений с γ -лучами при распаде ^{153}Tb .



Участок одного из спектров ЭВК, измеренный при помощи бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В.С., Вылов Ц., Громова И.И., Громов К.Я., Исхаков Г.И., Кузнецов В.В., Лебедев Н.А., Потемпа М., Фоминых М.И., Хамидов А.Ш., Холбаев И. - ОИЯИ, Р6-8316, Дубна, 1974; Изв. АН СССР, сер. физ., 1975, 39, с.506.
2. Peghaire A. - These, Le Grade de Docteur es Sciences Physiques, 1977, Centre d'Orsay, Universite' Paris-Sud.
3. Lederer C.M., Shirley V.S. - Table of Isotopes, 1978, 7th ed., John Wiley and Sons, Inc., New York-Chichester-Brisbane-Toronto.
4. Nielsen H.L., Wilsky K. - Nucl. Phys., 1968, A115, p.377.
5. Harmatz B., Handley I.H., Michelich I.W. - Phys. Rev., 1962, 128, p.1186.
6. Tuurnala I., Siivola A., Jartti P., Liljavirta I. - Z.Phys., 1974, 266, p.103.
7. Alikov B.A., Kholbaev I., Lizurej H.I., Tsoy E.G., Wawryszuk J. - JINR, E6-82-36, Dubna, 1982; Nucl. Phys., 1982, A383, p.333; Сообщения ОИЯИ, 6-84-121, Дубна, 1984.
8. Аликов Б.А., Будзынски М., Бэдики Т., Ваврыщук Я., Жук В., Ион-Михай Р., Кузнецов В.В., Лизурей Г., Морозов В.А., Муминов Т.М., Холбаев И. - ОИЯИ, Р6-8823, Дубна, 1975; Acta Phys. Polonica, 1976, B7, 1, p.59.
9. Prochaska I., Koniček J., Finger M., Simečková E., Simeček P., Tsupko-Sitnikov V.M., Muhonen J. - Czech. J. Phys., 1983, B33, p.903.
10. Молнар Ф., Халкин В.А., Херманн Э. - ЭЧАЯ, 1973, вып.4, с.1077.
11. Афанасьев В.П., Василенко А.Т., Громова И.И., Желев Ж.Т., Кузнецов В.В., Кузнецова М.Я., Мончка Д., Поморски Ю., Райко В.И., Ревенко А.В., Сороко В.М., Уткин В.А. - ОИЯИ, 13-4763, Дубна, 1969.
12. Вылов Ц., Александров В.С., Вылова Л.А., Горожанкин В.М., Новгородов А.Ф., Оманов Ш., Осипенко Б.П., Кузнецов В.В., Фоминых М.И., Чумин В.Г., Юрковски Я. - ОИЯИ, Р6-9073, Дубна, 1975. В сб.: Прикладная ядерная спектроскопия, 1978, М.: Атомиздат, 8, с.3; Вылов Ц., Осипенко Б.П., Чумин В.Г. - ЭЧАЯ, 1978, вып.9, с.1350. В кн.: Спектры излучений радиоактивных нуклидов, 1980, /под ред. К.Я.Громова/, Ташкент: ФАН.
13. Кузнецов В.В., Лизурей Г.И., Муминов Т.М., Усманов Р.Р., Фоминых В.И., Фоминых М.И., Цупко-Ситников В.М. - ОИЯИ, Р6-12810, Дубна, 1979; В кн.: Прикладная ядерная спектроскопия, М.: Атомиздат, 1980, 10, с.269.

14. Громов К.Я., Крецу Т., Кузнецов В.В., Лизурей Г., Горожанкин В.М., Макарие Г. - Сообщения ОИЯИ, Р13-10611, Дубна, 1977. В кн.: Прикладная ядерная спектроскопия, 1978, М.: Атомиздат, 8, с.59;
Cretu T., Macarie G., Kuznetsov V.V. - St. Cerc. Fiz., 1979, v.31, No.6, p.611, Bucuresti.
15. Hager R.S., Seltzer E.C. - Nucl. Data, 1968, A4, p.68, p.397.
16. Громов К.Я., Караходжаев А.К., Кузнецов В.В., Муминов Т.М., Сэрээтэр Ж., Сайдимов Я.А., Фоминых В.И., Фоминых М.И., Юлдашев М.Б. ОИЯИ, Р6-90-229, Дубна, 1990.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 марта 1990 года.