

Объединенный
институт
ядерных
исследований
Дубна

1556/2-80

7/4-80

P6 - 13002

А.А.Абдуразаков,¹ П.Вылов, К.Я.Громов,
Т.А.Исламов,¹ А.Караходжаев,¹ Г.А.Кононенко,
В.В.Кузнецов, Н.А.Лебедев, Ш.Оманов,² А.Марчук

О РАСПАДЕ ¹⁵⁵Ть

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

¹ Ташкентский государственный университет.

² Самаркандский государственный университет.

1980

1. ВВЕДЕНИЕ

Изучение возбужденных состояний ^{155}Gd при распаде ^{155}Tb проводилось в ¹⁻⁷. В этих работах исследовались спектры электронов внутренней конверсии /ЭВК/, гамма-лучей, γ - γ , e - γ -совпадений и γ - γ -угловых корреляций направлений, а также угловое распределение гамма-излучения ориентированных ядер ^{155}Tb ⁶. Возбужденные состояния ^{155}Gd изучались в реакциях (d,d') , (d,p) , (d,t) и $(^{16}\text{O}, ^{16}\text{O}', \gamma)$ ⁸⁻¹⁰. В результате этих исследований были установлены ротационная полоса основного состояния $3/2^- /521/$, бета-вибрационная полоса с $K^\pi = 3/2^-$ и проанализированы другие возбужденные состояния ^{155}Gd .

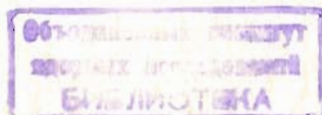
Уточнение схемы распада ^{155}Tb и анализ природы возбужденных состояний ^{155}Gd требует более тщательного подхода к изучению спектров гамма-лучей, ЭВК и применению методов совпадений. Нами проведены исследования спектров гамма-лучей, ЭВК и e - γ -совпадений при распаде ^{155}Tb .

2. РАДИОАКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Исследования проводились с радиоактивными источниками ^{155}Tb , полученными в реакции глубокого расщепления тантала протонами с энергией 660 МэВ на синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Из облученной мишени радиохимическим методом ¹¹ выделялся тербий, который затем разделялся по массам на электромагнитном масс-сепараторе ¹². Полученные таким образом моноизотопные источники ^{155}Tb были использованы для изучения спектров гамма-лучей, ЭВК и e - γ -совпадений. Источники для бета-спектрографов изготовлялись методом электролитического осаждения радиоактивного диспрозия на платиновую провололочку диаметром 0,1 мм. Приготовленный источник выдерживался более 50 ч, после чего проводилось измерение спектров ЭВК.

3. АППАРАТУРА

Спектры гамма-лучей измерялись при помощи спектрометров с $\text{Ge}(\text{Li})$ -детекторами $/V = 0,8 \text{ см}^3$, $\Delta E = 0,6 \text{ кэВ}$ при $E_\gamma = 136 \text{ кэВ}$ и $V = 38 \text{ см}^3$, $\Delta E = 2 \text{ кэВ}$ при $E = 898 \text{ кэВ}/$ по методике, описанной в работе ¹³. Спектры ЭВК измерялись на бета-спектрографах с постоянным однородным магнитным полем ¹⁴ с разрешающей способностью $\Delta N_p / N_p \sim 0,05\%$. Для регистрации электронов использовались фотопластинки типа НИКФИ Р-50 мкм. Их фотометрирование проводилось на автома-



тизированном микрофотометре ^{15/}, связанном непосредственно с ЭВМ "Минск-2". Измерения спектров е-γ -совпадений проводились на установке ^{16/}, собранной на базе светосильного безжелезного бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем и спектрометра с Ge(Li) -детектором / V = 35 см³, ΔE = 3,5 кэВ при E_γ = 1,332 МэВ/. Временное разрешение быстрой схемы совпадений составляло 2τ = 50 нс. Исследуемые спектры накапливались в анализаторе ICA-70 и передавались на ЭВМ "Минск-2". Обработка спектров гамма-лучей и е-γ -совпадений проводилась по программе "Каток" ^{17/}.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ГАММА-ЛУЧЕЙ, ЭВК И е-γ-СОВПАДЕНИЙ

Исследования спектров гамма-лучей и ЭВК при распаде ¹⁵⁵Tb позволили обнаружить 87 гамма-переходов. 15 гамма-переходов наблюдаются нами впервые; уточнены энергии, интенсивности и определены мультипольности большинства гамма-переходов. Экспериментальные данные приведены в табл. 1. Интенсивности гамма-лучей и ЭВК определялись в относительных единицах I_γ(105,3)=100,0(18). Мультипольность интенсивного перехода 105,309 кэВ определена нами в результате сравнения экспериментальных и теоретических ^{18/} отношений значений интенсивности L-линий ЭВК как E1 / a_K (E1) = 0,217±0,020/. Из отношений интенсивностей L-линий ЭВК определены смеси мультипольностей для гамма-переходов 18,772 кэВ (M1+7,4(7)%E2), 31,49 кэВ (M1+≤50%E2), 60,003 кэВ (M1+3,9(5)%E2), 148,635 кэВ (M1+2,4(2)%E2), 161,326 кэВ (M1+3,7(4)%E2), 180,092 кэВ (M1+2,2(4)%E2).

Измерены спектры совпадений гамма-лучей с ЭВК ¹⁵⁵Tb: L -60,0; K86,5; K105,3; K148,6; K160,6; K161,3; K163,3; K180,1 и K262,3. Результаты обработки спектров е-γ-совпадений представлены в табл. 2. Отношение площади фотопика в спектре совпадений к площади фотопика в одиночном гамма-спектре, обозначенное буквой "а", отражает количественную оценку совпадений. При этом случайные совпадения были на два порядка слабее истинных, непосредственных совпадений. Большие значения отношений S_{еγ}/S_γ, которые соответствуют прямым совпадениям γ-лучей с выбранной линией ЭВК, принимались равными единице. Для сравнения в табл. 2 приведена величина "а", полученная из предложенной схемы распада /рис. 1, табл. 3/. Эксперименты подтвердили большинство уровней, введенных на основе γ-γ-совпадений ^{1,6/}; разрядка ряда уровней дополняется нами на основе анализа спектров е-γ-совпадений /табл. 2/. Из известных ранее ^{9/} возбужденных

Таблица 1
Данные о гамма-переходах при бета-распаде ¹⁵⁵Tb

| E _γ (ΔE _γ) кэВ | I _γ (ΔI _γ) | I _K | I _{L1} | I _{L2} | I _{L3} | α _K × 10 ³ | Мульти- польность | | | Размещение в схеме | |
|--|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| | | | | | | | I _{L1} | I _{L2} | I _{L3} | E _i | E _f |
| 10,40 | II,0(II) ^B | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 10 |
| 12,68 | 3,1(3) ^B | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 107,57 |
| 18,772(II) | 0,230(II) | - | - | 26 | - | - | - | - | - | 9 | 105,311 |
| 21,031(12) | - | - | 7 | - | 35 | - | - | - | - | 9 | 86,544 |
| 26,56(4) | I,57(4) | - | 0,04 | 4,4 | 6,6 | - | - | - | - | 9 | 86,544 |
| 31,49(4) | - | - | 0,8 | 0,5 | 0,5 | - | - | - | - | 9 | 60,004 |
| 45,318(6) | 6,34(7) | - | ≤ 0,2 | 1,9 | 2,5 | - | - | - | - | 9 | 86,544 |
| 51,741(18) | 0,188(24) | - | 0,8 | 0,07(M ₂) | 0,1(M ₃) | - | - | - | - | 9 | 60,004 |
| 57,988(4) | 0,637(18) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | - |
| 59,57(4) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 60,004 |
| 60,003(3) | 3,89(8) | 30 | 0,07 | 1,3 ^a | - | - | - | - | - | 9 | 60,004 |
| 61,495(13) | 0,090(13) | - | 4 | 0,009 | 0,9 | 7712 | - | - | - | 9 | 86,544 |
| 86,13(5) | - | - | 0,18 | - | - | - | - | - | - | 9 | 0 |
| 86,543(3) | II8,0(2,2) | 0,52 | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 427,216 |
| 98,97(5) | 0,262(19) | 33,6 | 4,2 | I | - | - | - | - | - | 9 | 60,004 |
| 101,132(5) | 0,778(28) | 0,5 | 0,1 | 0,01 | - | - | - | - | - | 9 | 0 |
| 105,309(4) | 100,0(I,8) | 1,6 | 0,37 | 0,015 | - | - | - | - | - | 9 | 268,608 |
| 120,594(13) 0) | 0,211(14) | 21,7 | 2,4 | 0,52 | 0,6 | 217 | - | - | - | 9 | 326,073 |
| 146,10(10) | 0,064(39) | 0,03 | - | - | - | 142 | - | - | - | 9 | 0 |
| 148,635(4) | 10,32(30) | 5,5 | 0,8 | 0,08 | 0,03 | 156 | - | - | - | 9 | 146,108 |
| | | | | | | 533 | - | - | - | 9 | 0 |
| | | | | | | | - | - | - | 9 | 266,636 |
| | | | | | | | - | - | - | 9 | 117,961 |

Таблица 1 / продолжение /

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------|-----------|--------------------|-------|------|------|-----|-------|---------|---------|
| 150,66(5) | 0,062(7) | 0,02 | - | - | - | 323 | E2 | 268,608 | 117,981 |
| 158,616(13) | 0,255(30) | 0,09 | - | - | - | 353 | MI+E2 | 427,215 | 268,608 |
| 160,574(9) | 2,83(8) | 1,2 | 0,17 | - | - | 424 | MI | 427,215 | 266,636 |
| 161,326(4) | 11,06(23) | 4,8 | 0,7 | 0,14 | 0,05 | 434 | MI+E2 | 266,636 | 105,311 |
| 162,651(21) | - | 0,08 | - | - | - | - | - | 488,681 | 326,073 |
| 163,295(4) | 18,01(37) | 9,3 | 1,3 | 0,11 | 0,02 | 516 | MI | 268,608 | 105,311 |
| 175,335(18) | 0,171(14) | 0,055 | 0,009 | - | - | 322 | MI | 321,345 | 146,108 |
| 180,092(4) | 29,2(7) | 9,3 | 1,6 | 0,2 | 0,06 | 318 | MI+E2 | 266,636 | 86,544 |
| 181,691(6) | 2,03(6) | 0,09 | 0,015 | - | - | 44 | E1 | 286,992 | 105,311 |
| 182,062(23) | 0,75(38) | 0,11 | - | - | - | 147 | E2 | 268,608 | 86,544 |
| 200,445(6) | 0,953(28) | 0,03 ^a | - | - | - | 31 | E1 | 286,992 | 86,544 |
| 203,396(26) ^σ | 0,14(4) | - | - | - | - | - | - | 321,345 | 117,981 |
| 206,649(15) | 0,547(13) | 0,015 ^a | - | - | - | 27 | E1 | 266,636 | 60,004 |
| 208,068(15) | 0,80(4) | 0,15 ^a | - | - | - | 188 | MI+E2 | 326,073 | 117,981 |
| 208,586(26) | 0,388(34) | - | - | - | - | - | - | 268,608 | 60,004 |
| 216,030(12) | 0,47(5) | 0,013 ^a | - | - | - | - | - | 321,345 | 105,311 |
| 220,08(4) | 0,45(5) | 0,08 | - | - | - | 178 | MI | 488,681 | 268,608 |
| 220,750(12) | 2,27(8) | 0,4 | - | - | - | 176 | MI | 326,073 | 105,311 |
| 222,91(8) ^σ | 0,16(6) | 0,015 ^a | - | - | - | 94 | E2 | - | - |
| 226,991(13) | 0,573(23) | 0,1 | - | - | - | 175 | MI | 286,992 | 60,004 |
| 232,39(5) | 0,076(19) | 0,012 | - | - | - | 158 | MI | - | - |
| 234,89(9) | 0,130(34) | 0,003 | - | - | - | 23 | E1 | 321,345 | 86,544 |
| 239,537(8) | 0,885(39) | 0,15 | 0,02 | - | - | 169 | MI | 326,073 | 86,544 |
| 242,986(27) | 0,044(11) | 0,006 | - | - | - | 136 | MI | - | - |

Таблица 1 / продолжение /

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|-----------|----------|--------------------|-------|-------|------|---------|---------|---------|
| 261,33(5) | 0,47(5) | 0,04 | - | - | - | 85 | MI+E2 | 321,345 | 60,004 |
| 262,302(5) | 20,3(5) | 2 | 0,5 | 0,05 | 0,015 | 99 | MI+E2 | 367,614 | 105,311 |
| 266,00(10) ^σ | 0,088(19) | - | - | - | - | - | - | 326,073 | 60,004 |
| 266,58(10) ^σ | 0,096(19) | - | - | - | - | - | - | 693,80 | 427,216 |
| 268,614(7) | 2,59(6) | 0,04 | - | - | - | 15 | E1 | 268,608 | 0 |
| 281,087(13) | 1,224(29) | 0,07 | - | - | - | 57 | E2 | 367,614 | 86,544 |
| 286,999(13) | 1,247(36) | 0,11 | 0,014 | - | - | 88 | MI | 286,992 | 0 |
| 305,10(10) ^σ | 0,015(2) | - | - | - | - | - | - | 592,186 | 286,992 |
| 321,896(20) | 0,656(36) | 0,04 | - | - | - | 61 | MI | 427,215 | 105,311 |
| 323,52(10) ^σ | 0,061(23) | - | - | - | - | - | - | 592,186 | 268,608 |
| 325,72(17) ^σ | 0,015(3) | - | - | - | - | - | - | 326,073 | 0 |
| 336,75(6) ^σ | 0,131(11) | 0,0012 | - | - | - | 9,2 | E1 | 658,084 | 321,345 |
| 340,677(8) | 4,86(11) | 0,25 | 0,035 | 0,003 | - | 51 | MI | 427,215 | 86,544 |
| 342,65(5) ^σ | 0,267(16) | 0,0025 | - | - | - | 9,4 | E1 | 488,681 | 146,108 |
| 346,15(19) ^σ | 0,030(10) | - | - | - | - | - | - | 614,910 | 268,608 |
| 364,35(8) ^σ | 0,152(11) | - | - | - | - | - | - | 450,860 | 86,544 |
| 367,40(10) | ≤ 7 | 0,06 | 0,006 ^a | - | - | ≥ 8 | E1 | 427,215 | 60,004 |
| 367,70(10) | ≤ 2 | 0,015 | - | - | - | ≥ 7 | E1 | 367,614 | 0 |
| 370,727(20) | 0,828(24) | 0,04 | 0,006 | - | - | 48 | MI | 488,681 | 117,981 |
| 379,28(5) | - | 0,0012 | - | - | - | - | - | 647,808 | 268,608 |
| 383,40(4) | 0,093(6) | 0,002 | - | - | - | 21,5 | E2 | 488,681 | 105,311 |
| 390,849(20) | 0,071(2) | 0,0025 | - | - | - | 35,2 | MI+E2 | 450,860 | 60,004 |
| 402,119(24) | 0,294(8) | 0,01 | 0,0014 | - | - | 34,0 | MI(+E2) | 488,681 | 86,544 |
| 427,25(5) | 0,103(2) | < 0,0006 | - | - | - | < 6 | E1 | 427,215 | 0 |

Таблица 1 /продолжение/

| $E_{\gamma}(\Delta E_{\gamma})$ | $I_{\gamma}(\Delta I_{\gamma})$ | I_K | $d_K \times 10^3$ | Мульти- поль- ность | E_i | E_f |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|---------|---------|
| 446,03(5) | 0,036(2) | - | - | - | 592,186 | 146,108 |
| 450,860(30) | 0,146(3) | 0,0035 ^{a)} | 24,1 | MI | 450,860 | 0 |
| 454,430(30) | 0,081(2) | 0,0014 | 17,4 | E2 | - | - |
| 486,882(35) | 0,091(2) | - | - | - | 592,186 | 105,311 |
| 488,700(38) | 0,057(2) | - | - | - | 488,681 | 0 |
| 499,40(7) ^{б)} | 0,013(7) | - | - | - | 559,381 | 60,004 |
| 501,746(37) | 0,046(1) | 0,0007 ^{a)} | 15,2 | MI+E2 | 647,808 | 146,108 |
| 505,678(30) | 0,178(4) | 0,002 ^{a)} | 11,2 | E1+M2 | 592,186 | 86,544 |
| 529,861(30) ^{б)} | 0,043(1) | 0,002 ^{a)} | 46,3 | E1+M2 | 647,808 | 117,981 |
| 532,170(35) | 0,141(2) | 0,0011 | 7,8 | E2 | 592,186 | 60,004 |
| 542,55(7) | 0,014(1) | - | - | - | 647,808 | 105,311 |
| 554,892(30) | 0,078(2) | 0,0012 | 15,4 | MI | 614,910 | 60,004 |
| 559,381(20) | 0,495(8) | K 0,008 | 16,2 | MI | 559,381 | 0 |
| | | L 0,0013 | | | | |
| 587,77(5) | 0,015(1) | 0,0031 | 205 | EO+MI+E2 | 647,808 | 60,004 |
| 592,180(35) | 0,063(2) | K 0,012 | 192 | EO+MI+E2 | 592,186 | 0 |
| | | L 0,016 | | | | |
| 598,98(5) ^{б)} | 0,007(1) | - | - | - | - | - |
| 614,914(20) | 0,074(1) | 0,001 | 13,6 | MI | 614,910 | 0 |
| 647,779(30) | 0,047(2) | - | - | - | 647,808 | 0 |
| 742,19(11) | 0,006(1) | - | - | - | (742,19 | 0) |

- а) - интенсивность получена при разложении сложной линии;
 б) - новые гамма-переходы;
 в) - полные интенсивности и мультипольности гамма-переходов, определенные из предложенной схемы распада.

Примечание: 1. Ошибки относительных интенсивностей ЭВК составляют менее 20%.
 2. Относительные интенсивности линий $K_{\alpha 2}$, $K_{\alpha 1}$, $K_{\beta 1}$ и $K_{\beta 2}$ равны соответственно 122,3 \pm 0,5; 216,5 \pm 0,6; 65,24 \pm 0,25 и 16,89 \pm 0,18/в тех же единицах/.

состояний ^{155}Gd , не наблюдаемых в γ - γ -совпадениях 167 , нами подтверждены e - γ -совпадениями уровни: 450,860 кэВ, $3/2^-$ [L60- γ 390]*, 592,186 кэВ, $3/2^-$ [L60- γ 532, K86- γ 505, K105- γ 487]*, 614,910 кэВ, $1/5/2^-$ [L60- γ 555, K163- γ 99- γ 248]*.

* В скобках указаны наблюдаемые e - γ -совпадения.

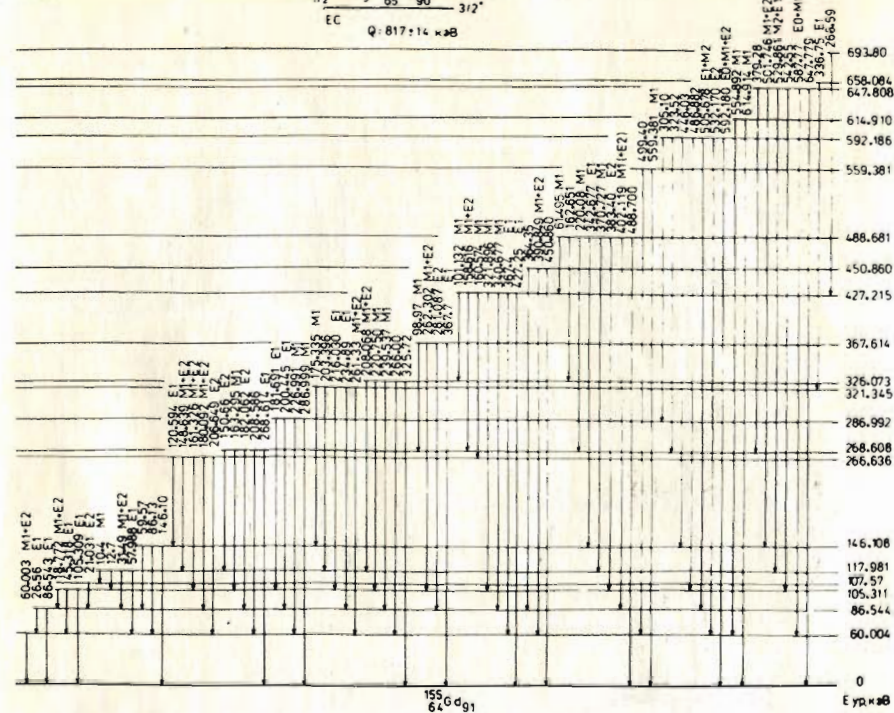


Рис. 1. Схема распада ^{155}Tb .

Следует отметить, что некоторые слабые по интенсивности гамма-лучи более четко проявляются в спектрах e - γ -совпадений /рис. 2/. Так, например, слабый переход 323,52 кэВ убедительно проявился в совпадениях с ЭВК K163 /рис. 3/. Наблюдаемые совпадения K160 - γ 266 дали основание для введения уровня 693,80 кэВ ^{155}Gd при распаде ^{155}Tb , который был введен ранее авторами работы /9/ в (d, p)-реакциях.

На основе исследований интенсивных совпадений K86- γ 148, K86- γ 208, K86- γ 371 /табл. 2/ можно сделать вывод о том, что существуют каскады γ 148- γ 10- γ 21- γ 86, γ 148- γ 31- γ 86.

Гамма-переход 10,4 кэВ (M1+0,0012(5)%E2) был обнаружен в /7/ при распаде ^{155}Tb . Слабые по интенсивности совпадения K105 с γ 148 /табл. 2/ надежно устанавливают каскад гамма-переходов γ 148- γ 12,7- γ 105. Гамма-переход 12,7 кэВ в экспериментах непосредственно не наблюден. Он включен в схему распада ^{155}Tb авторами работ /2,4,6/.

Уровни с энергиями 559,381 и 658,084 кэВ введены в схему распада по балансу энергий и интенсивностей.

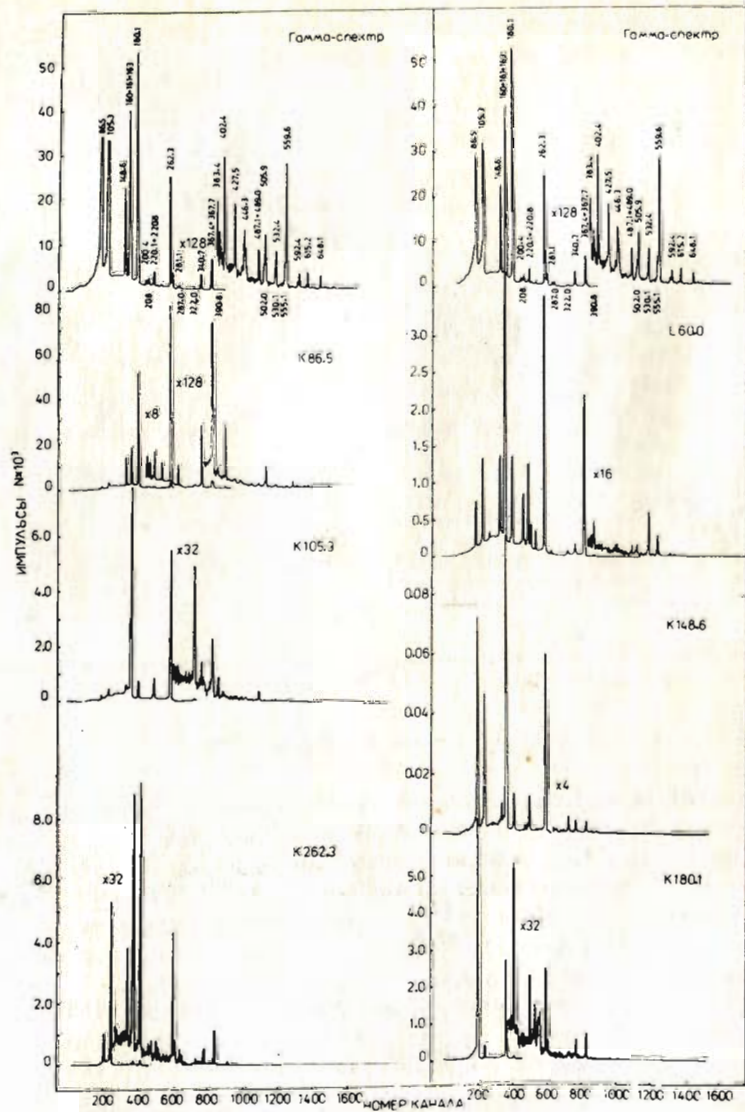


Рис. 2. Спектры совпадений γ -лучей с ЗВК L-60,3; K86,5; K105,3; K148,6; K180,1; K262,3.

5. СХЕМА РАСПАДА

На основании совокупности экспериментальных данных предлагается схема распада ^{155}Tb , при этом суммарная интен-

Таблица 2 Результаты α - γ -совпадений ^{155}Tb

| Энергия совпадающих гамма-переходов (экспериментальные коэффициенты совпадений; схема коэффициенты совпадений) | E_{γ} (э.ксп. ; a_{γ} из схемы распада) | |
|--|---|--------------|
| | E_{γ} | a_{γ} |
| L60 | 101; 121; 148,6; 161,3; 163,3; 175,3; 180,1; 200,4; 206+208 (0,97(12); 1,0); 216; 221; 227 (1,00(7); 1,0); 240; 262; 281; 322; 341; 343 (0,94(12); 1,0); 367,4 (0,96(3); 1,0); 383; 391 (1,09(24); 1,0); 487; 532 (1,29(20); 1,0); 506; 555 (1,06(24); 1,0) | |
| K86 | 148 (0,75(2); 0,86); 161 (0,53(2); 0,42); 163 (0,43(2); 0,42); 180 (1,00(3); 1,0); 200 (0,89(6); 1,0); 208 (0,77(5); 0,86); 216 (0,57(7); 0,42); 220,1 (0,43(10); 0,40); 220,8 (0,43(2); 0,42); 235 (0,94(28); 1,0); 239 (0,96(5); 1,0); 262 (0,43(2); 0,42); 281 (1,04(4); 1,0); 322 (0,50(4); 0,42); 323 (0,49(18); 0,40); 341 (0,97(4); 1,0); 371 (0,94(5); 0,86); 402 (1,26(10); 1,0); 487 (0,40(9); 0,42); 506 (0,88(11); 1,0); 530 (1,06(24); 0,86) | |
| K105 | 148 (0,083(5); 0,08); 161,3; 163,3; 181,7 (0,92(4); 1,0); 216 (1,2(2); 1,0); 220,8 (1,09(4); 1,0); 262 (1,00(3); 1,0); 321 (1,00(3); 1,0); 383 (1,3(3); 1,0); 487 (1,1(3); 1,0) | |
| K160 + K161 + K162 | 86; 105; 148 (0,92(3); 1,0); 161 (0,87(4); 1,0); 180 (1,00(3); 1,0); 208,1; 220,1; 239; 248; 266; 322; 326 | |
| K161 + K160 + K162 | 86; 105; 148; 160 (1,00(3); 1,0); 180; 208,1; 220,1; 266; 326 | |
| K163 + K162 + K161 | 86; 99 (1,00(8); 1,0); 105; 208,1; 220,1 (0,98(11); 1,0); 239; 323 (1,00(35); 1,0); 379; 266 | |
| K180 | 86 (0,130(4); 0,125); 160 (1,00(4); 1,0); 232; 243 | |

Таблица 3 Схема уровней ^{155}Cd , возбуждающихся при распаде ^{155}Tb

| $E(\Delta E)$, у.р., кэВ | I^{π} | $K[\pi_{\gamma}^{\pi}]$ | $\Sigma\%$ |
|---------------------------|-------------|-------------------------|------------|
| 0 | $3/2^{-}$ | $3/2^{-} / 521/$ | 19(3) |
| 60,004(5) | $5/2^{-}$ | | 4,5 |
| 146,108(33) | $7/2^{-}$ | | |
| 86,544(4) | $5/2^{+}$ | $5/2^{+} / 642/$ | 6,6(9) |
| 107,570(10) | $9/2^{+}$ | 0 | 0 |
| 117,981(35) | $7/2^{+}$ | 0 | 0 |
| 105,311(5) | $3/2^{+}$ | $3/2^{+} / 651/$ | 30,4(11) |
| 266,636(4) | $5/2^{+}$ | | 17,4(5) |
| 268,608(7) | $3/2^{+}$ | $3/2^{+} / 402/$ | 7,6(3) |
| 326,073(10) | $5/2^{+}$ | | 0,42(6) |
| 286,992(8) | $3/2^{-}$ | $1,27(4)$ | 7,9(9) |
| 321,345(22) | $5/2^{-}$ | $5/2^{-} / 523/$ | 0,34(3) |
| 367,614(9) | $1/2^{+}$ | $1/2^{+} / 400/$ | 6,7 |
| 427,215(5) | $3/2^{+}$ | | 4,7 |
| 488,681(20) | $5/2^{+}$ | | 0,9(1) |
| 450,860(30) | $(3/2)^{-}$ | | 0,07 |
| 559,381(20) | $(1/2)^{-}$ | | 0,12(1) |
| 592,186(16) | $3/2^{-}$ | $3/2^{-} / 521/+$ | 8,4(1) |
| 647,808(20) | $5/2^{-}$ | | 0,04 |
| 614,910(17) | $(3/2)^{-}$ | | 0,04 |
| 658,08(6) | $(7/2)^{+}$ | | 0,03 |
| 683,80(10) | - | | - |

сивность неразмещенных в схеме распада переходов составляет $<0,2\%$ распадов ^{155}Tb . Используя определенное нами значение интенсивности K_x -рентгеновского излучения и данные об интенсивностях ЭВК, получаем величину полной интенсивности электронного захвата ^{155}Tb , равную 405 ± 10 /в тех же ед./ . Суммарная величина интенсивностей гамма-переходов, идущих в основное состояние ^{155}Gd , составляет 329 ± 6 . Отсюда определяем значение интенсивности электронного захвата в основное состояние ^{155}Gd , которое составляет $19 \pm 3\%$. При расчете $\lg ft$ принимались значения периода полураспада $T_{1/2} = 5,32 \pm 0,06$ /дн./^{19/} и разности масс $Q = 1817 \pm 14$ /кэВ/^{20/}. Спины основных состояний ^{155}Tb и ^{155}Gd измерены ранее в ^{21,22/} и равны $3/2^-$.

Ротационная полоса основного состояния $3/2^- /521/$ была установлена авторами работы ^{9/}. Уровни $60,004 (5/2^-)$, $146,108 (7/2^-)$ /кэВ/ являются членами этой полосы.

Ротационная полоса $5/2^+ /642/$. Уровень $86,544 (5/2^+)$ /кэВ/ в работе ^{23/} интерпретировался как нильссоновское состояние $5/2^+ /642/$, а уровни $107,57 (9/2^+)$ и $117,981 (7/2^+)$ /кэВ/ считались членами этой полосы ^{24/}, внутри которой наблюдаются гамма-переходы типа $E2$ между уровнями $107,57 (9/2^+)$ - $86,544 (5/2^+)$ и $M1 + E2$ - между уровнями $117,981 (7/2^+)$ - $86,544 (5/2^+)$. Бета-переход $3/2^+ /411/ \rightarrow 5/2^+ /642/$ на уровень $86,544$ /кэВ/ является запрещенным ($\Delta N = 2$). Полученная из эксперимента величина $\lg ft = 7,3$ находится в хорошем согласии с рассчитанными для N запрещенных бета-переходов ^{25/} ($\lg ft R^{-1} = 7,13$).

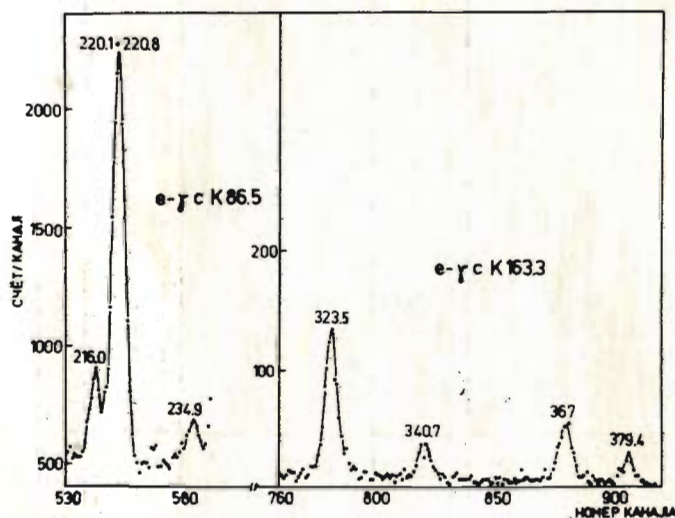


Рис. 3.
Фрагменты спектров совпадений γ -лучей с ЭВК K86,5; K163,3.

Ротационная полоса $3/2^+ /651/$. Уровень $105,311 (3/2^+)$ /кэВ/ интерпретировался в ^{4/} как $3/2^+ /651/$. Уровень с энергией $266,636 (5/2^+)$ /кэВ/, вероятно, является первым ротационным уровнем состояния $3/2^+ /651/$. Внутри этой полосы наблюдается интенсивный переход $161,326 (M1 + E2)$. Между ротационным состоянием $5/2^+$, $3/2^+ /651/$ и состояниями $117,981 - 7/2^+$, $5/2^+ /642/$, $86,544 - 5/2^+$, $5/2^+ /642/$ наблюдаются интенсивные $M1 + E2$ -переходы. Экспериментальное значение $\lg ft = 6,65$ для уровня $105,311$ /кэВ/ согласуется с вычисленными для N запрещенных бета-переходов ($\lg ft R^{-1} = 6,77$) ^{25/}.

Ротационная полоса $3/2^+ /402/$. Эта полоса была интерпретирована в ^{17/}. Уровни $268,608 (3/2^+)$ и $326,073 (5/2^+)$ /кэВ/ являются ее членами. Большое значение $\lg ft = 7,1$ для состояния $268,608$ /кэВ/ соответствует тому, что этот бета-переход является задержанным ($\Delta N = 2$). Вычисленное в ^{25/} значение $\lg ft R^{-1} = 6,70$ близко к экспериментальному.

Ротационная полоса $1/2^+ /400/$. Уровень $367,614$ /кэВ/, $1/2^+$ в ^{9/} интерпретировался как нильссоновское состояние $1/2^+ /400/$. Уровни $427,215$ /кэВ/, $3/2^+$ и $488,681$ /кэВ/, $5/2^+$ отнесены в ^{1/} к этой полосе. Значения $\lg ft$ для уровней этой полосы равны $7,0$, $7,0$ и $7,8$. Вероятности бета-распада на уровни этой полосы характерны для ротационной полосы $3/2^+ /402/$. Вычисленные $\lg ft$, проведенное с учетом связи N и $(N+2)$ оболочек, для головного уровня этой полосы дало значение $\lg ft R^{-1} = 7,04$ ^{25/}.

Уровни $592,186 (3/2^-)$ и $647,808 (5/2^-)$ /кэВ/ введены в ^{1,3/}. Большие величины коэффициентов внутренней конверсии для переходов с энергиями $592,180$ и $587,77$ /кэВ/ /табл. 1/, разряжающих уровни $592,186$ и $647,808$ /кэВ/ соответственно, указывают на то, что рассматриваемые переходы имеют примесь излучения типа $E0$. Это обстоятельство позволяет сделать заключение, что уровень с энергией $592,186$, $3/2^-$ является бета-вибрационным состоянием, связанным с основным состоянием $3/2^- /521/$, а уровень с энергией $647,808$ /кэВ/, $5/2^-$ - его первым ротационным состоянием. Такой же вывод сделан авторами работы ^{1/}. Теоретическими расчетами ^{26/} для ядра ^{155}Gd показано, что на основном состоянии должно быть два колебательных уровня, причем один из них - чистое бета-вибрационное состояние с $K^\pi = 3/2^-$. Это состояние, по-видимому, следует отождествить с наблюдаемым нами состоянием $592,186$ /кэВ/, $3/2^-$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Galan P. et al. Czech.J.Phys., 1969, B19, p.1153.

2. Harmatz B., Handley T.H., Mihelich J.W. Phys.Rev., 1962, 128, p.1186.
3. Bichert-Toft P.H., Funk E.G., Mihelich J.W. Nucl.Phys., 1967, A96, p.190.
4. Kormicki J. et al. Nucl.Phys., 1967, A102, p.253.
5. Ваврышук Я. и др. ОИЯИ, Р6-5518, Дубна, 1970.
6. Warner D.D. et al. J.Phys.G:Nucl.Phys., 1975, 1, p.95.
7. Christmas P., Cros P. J.Phys.G: Nucl.Phys., 1975, 1, p.113.
8. Sterba F., Tjom P.O., Elbek B. Nucl.Phys., 1971, A162, p.353.
9. Tjom P.O., Elbek B. Mat.Fys.Medd.Dan.Vid.Selsk., 1967, 36, No.8.
10. Tveter A., Herskind B. Nucl.Phys., 1969, A134, p.599.
11. Молнар Ф., Халкин В.А., Херрманн Э. ЭЧАЯ, 1973, 4, с.1077.
12. Афанасьев В.П. и др. ОИЯИ, 13-4763, Дубна, 1969.
13. Вылов Ц. и др. Прикладная ядерная спектроскопия. Атомиздат, М., 1978, с.43; Вылов Ц., Осипенко Б.П., Чумин В.Г. ЭЧАЯ, 1978, 9, с.1350.
14. Абдуразаков А.А. и др. ОИЯИ, 6-4363, Дубна, 1969; Абдуразаков А.А., Громов К.Я., Умаров Г.Я. Бета-спектрографы с постоянными магнитами. "ФАН", Ташкент, 1970.
15. Вылова Л.А. и др. ПТЭ, 1974, №1, с.64.
16. Кузнецов В.В. и др. ОИЯИ, Д6-11574, Дубна, 1978, с.148.
17. Гаджоков В. ПТЭ, 1970, 5, с.82.
18. Hager R.S., Seltzer E.C. Nucl.Data, 1968, A4, p.1.
19. Chu Y.Y., Franz E.M., Friedlander G.Phys.Rev., 1970, C1, p.1826.
20. Wapstra A.H., Gove N.B. Nucl.Data Table, 1971, A9, p.265.
21. Adelroth K.E., Nyqvist H., Rosen A. Physica Scripta, 1970, 2, p.96.
22. Low W. Phys.Rev., 1956, 103, p.1309.
23. Dentch B.I., Metzger F.R., Wilhelm F.J. Nucl.Phys., 1960, 16, p.81.
24. Lovhoiden G. et al. Nucl.Phys., 1970, A148, p.657.
25. Гареев Ф.А. и др. ЯФ, 1968, 8, с.305.
26. Гареев Ф.А. и др. ЭЧАЯ, 1973, 4, с.357.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 декабря 1979 года.