

БЕСПЛАТНО

РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ имени В. Г. ХЛОПИНА

А. Г. МАЛОЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ γ -
ЛУЧЕЙ Eu^{152*} , Eu^{152} и Eu^{154}

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Научный руководитель — член-корреспондент АН СССР
Б. С. ДЖЕЛЕПОВ

ЛЕНИНГРАД

1966

РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ имени В. Г. ХЛОПИНА

А. Г. МАЛОЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ γ —
 E_{u}^{152*} , E_{u}^{152} и E_{u}^{154}

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Научный руководитель — член-корреспондент АН СССР
Б. С. ДЖЕЛЕПОВ

ЛЕНИНГРАД
1966

Радиевый институт им. В. Г. Хлопина просит Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся темой диссертации, ознакомиться с авторефератом и прислать свои отзывы и замечания.

Защита диссертации назначена на « . . . » 1966 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке АН СССР за 10 дней до защиты.

Ученый секретарь Совета.

« . . . » 1966 г.

Исследование γ -спектров радиоактивных изотопов является одной из основных задач ядерной спектроскопии. Определение энергий и интенсивностей γ -переходов позволяет в сочетании с другими данными, выявить важнейшие характеристики атомных ядер. В частности, знание интенсивностей γ -переходов и соответствующих им электронов внутренней конверсии позволяет определить коэффициенты внутренней конверсии и сделать выводы о мультипольностях переходов, а следовательно, о возможных спинах и четностях уровней, между которыми эти переходы происходят. Интенсивности компонент γ -спектра дают возможность рассчитать вероятности β -распада на уровни дочерних ядер, а также приведенные вероятности γ -переходов между возбужденными состояниями изучаемого ядра. Последние могут быть сравнены с предсказаниями различных моделей атомного ядра.

Задачей настоящей диссертации являлось исследование γ -спектров Eu^{152*} (9,2 ч.), Eu^{152} (12,4 г.) и Eu^{154} (16 лет) с помощью элotronа Радиевого института с улучшенной разрешающей способностью.

1. Элotron

Для изучения сложных γ -спектров очень важно использовать спектрометры с высокой разрешающей способностью ($< 1\%$) и малым фоном. Этим требованиям соответствуют магнитные γ -спектрометры, использующие электроны отдачи, в частности, спектрометры типа элotron.

Интерпретация результатов измерений на этих спектрометрах подкупает своей простотой: каждой из γ -линий в экс-

периментальном спектре соответствует единственный пик. Элотрон эффективно работает в области энергий γ -лучей > 300 кэв, но особенно выгодно его использовать при исследовании жестких γ -спектров. Это объясняется ростом спектральной чувствительности элотрона и уменьшением полуширины γ -линий с увеличением энергии γ -квантов.

К недостаткам комптоновских γ -спектрометров типа элотрон относится их небольшая светосила, накладывающая ограничения на активность исследуемых препаратов (> 100 милликюри).

В последние годы значительное применение получили германиеволитиевые полупроводниковые детекторы для исследования γ -спектров радиоактивных препаратов (1). Эти спектрометры с разрешающей способностью 0,3—0,4% и существенно большей по сравнению с магнитными спектрометрами светосилой хорошо зарекомендовали себя для обнаружения γ -линий. Однако, при определении относительных интенсивностей γ -линий при помощи этих спектрометров из-за большого комптоновского фона и затруднений в градуировке по интенсивности не удается получить точность лучше, чем 10%.

Нами реконструирован элотрон Радиевого института, в результате чего разрешающая способность улучшена до 1% при $h\nu=1300$ кэв без существенных потерь в светосиле. В этих условиях элотрон Радиевого института по своим характеристикам не уступал элотрону ВНИИМа (2) и элотрону ФТИ им. А. Ф. Иоффе (3) (полуширина линий 0,8%, светосила в 2,5 раза меньше, чем у нашего прибора). Элотрон считает 60 совпадений в минуту от γ -лучей $h\nu=1,3$ Мэв источника в 1 кюри. Полуширина γ -линий составляет от 2,8% для $h\nu=0,4$ Мэв до 1% для $h\nu=1,3$ Мэв.

Спектрометр проградуирован по энергиям. Для этой цели исследовались γ -линии, энергии которых измерены с высокой точностью другими авторами. В лучшем случае (одиночная интенсивная γ -линия) погрешность в определении энергии γ -линий на элотроне достигает ± 1 кэв.

Спектральная чувствительность элотрона определялась экспериментально по каскадным переходам Co^{60} , Sc^{46} и Na^{24} , по измерениям γ -спектров Sc^{46} , Au^{198} и Co^{60} с известной активностью и отдельных γ -линий от препаратов Eu^{152} и Sb^{124} . Погрешность в определении относительных интенсивностей γ -линий, обусловленная кривой спектральной чувствительности не превышает 5% в области энергий 0,4—2,8 Мэв.

Форма приборной линии элотрона, знание которой необходимо для разложения сложных спектров на отдельные компоненты, была определена в результате исследования одиночных или далеко отстоящих друг от друга γ -линий от стандартных или общедоступных препаратов.

2. γ -излучение Eu^{152*} (9,2 часа)

Исследованию распада Eu^{152*} (9,2 часа) и Eu^{152} (12,4 года) посвящено огромное количество работ. Это связано главным образом с тем, что дочерние четно-четные ядра Sm^{152} и Gd^{152} , возникающие в соответствующих β -превращениях, находятся на границе, разделяющей область сферических и деформированных ядер. Изучение свойств возбужденных состояний Sm^{152} и Gd^{152} дает полезную информацию для проверки соответствующих модельных представлений.

Мы исследовали γ -спектр Eu^{152*} на 3 приборах: фоторитроне (область энергий 0,1—0,4 Мэв), элотроне Радиевого института (0,3—1,5 Мэв) и элотроне ФТИ им. А. Ф. Иоффе (1,38—1,9 Мэв). Активность источников составляла от 10 до 500 кюри.

В результате измерений нами обнаружено 14 γ -линий Eu^{152*} , из которых γ -линии $h\nu=1411,9\pm 0,7$; 1510 ± 2 ; 1557 ± 2 ; 1680 ± 2 и 1756 ± 2 кэв наблюдались впервые. Интенсивности остальных γ -линий, известных в литературе, определены нами с более высокой точностью, чем в предыдущих работах. Принадлежность этих γ -линий к распаду Eu^{152*} проверялась по периоду полураспада.

Полученные данные в совокупности с данными Марклунда и др. (4) по интенсивности электронов внутренней конверсии Eu^{152*} позволили определить коэффициенты внутренней конверсии α_k для 12 γ -переходов и оценить примеси мультиполей в этих переходах. На основании баланса уровней по интенсивностям γ -переходов нами определены интенсивности компонентов β -распада и захвата орбитальных электронов на уровни Gd^{152} и Sm^{152} соответственно, а также значения $\log ft$.

Сведения, полученные в нашей работе (см. табл. 1) с учетом данных всех работ, посвященных распаду Eu^{152*} , позволили уточнить схему распада Eu^{152*} . Мы дополнили ее двумя новыми уровнями 1680 кэв 1^+ в Sm^{152} и 1756 кэв 1^-

в Gd^{152} . Эти уровни позволили разместить в схеме распада Eu^{152*} γ -переходы, обнаруженные нами впервые.

Оценка отношения приведенных вероятностей переходов с уровня 963,3 кэВ 1^- в Sm^{152} ($\frac{B(E1, 1^- \rightarrow 0^+)}{B(E1, 1^- \rightarrow 2^+)} = 0,55 \pm 0,02$) и сравнение с правилами Алаги позволили приписать этому уровню $K=0$. Аналогичное отношение для переходов с уровня 1511 кэВ 1^- в Sm^{152} ($0,007 \pm 0,001$) указывает, что правила Алаги резко нарушены. Такой эффект объясняется смешиванием волновых функций с различными значениями квантового числа K .

Таблица 1

Энергии и относительные интенсивности γ -линии Eu^{152*}

Наши результаты					
№№ п/п.	Энергии γ -линий $h\nu$, кэВ	γ относительные интенсивности	№№ п/п.	Энергии γ -линий $h\nu$, кэВ	γ относительные интенсивности
1	122±1	58±6	8	1315±1	6.5±0.3
2	344±1	21.5±1.2	9	1389.0±0.3	5.2±0.3
3	565±2	1.7±0.6	10	1411.9±0.7	0.27±0.02
4	700±2	0.5±0.3	11	1510±2	0.047±0.006
5	841±1	100	12	1557±2	0.048±0.006
6	963±1	85±3	13	1680±2	0.032±0.005
7	970±2	5.5±1.0	14	1756±2	0.016±0.002

3. γ -излучение Eu^{152} (12,4 года)

При распаде Eu^{152*} (0) возбуждаются состояния Sm^{152*} и Gd^{152} с малыми значениями спинов, поэтому для получения сведений об уровнях со спинами $I \geq 2$ необходимо исследовать распад Eu^{152} (3-).

γ -спектр Eu^{152} исследовался во многих работах с помощью сцинтилляционных спектрометров; исключение составляет работа Натана и Хальтберга (5), выполненная по фотоэлектронам на β -спектрометре $\pi \sqrt{2}$.

Основная трудность при изучении γ -спектра Eu^{152} заключается в том, что естественная смесь окиси Европия состоит из Eu^{151} и Eu^{153} с примерно одинаковым процентным содержанием и при облучении тепловыми нейтронами образуются Eu^{152} (12,4 года) и Eu^{154} (16 лет) с γ -спектрами, которые во многих случаях имеют очень близкие по энергии компоненты.

Для уточнения интенсивностей ранее обнаруженных и поиска новых γ -линий мы выполнили детальное исследование γ -спектра Eu^{152} при помощи фоторитрона ($h\nu=0,1-0,4$ Мэв) и элotronа ($h\nu=0,2-1,6$ Мэв). Источником служил препарат Eu^{152} активностью 1,2 кюри, приготовленный облучением окиси Eu^{151} (98,9% $Eu^{151}+1,1\%$ Eu^{153}) потоком тепловых нейтронов. Исследуемый препарат выдерживался после облучения около 2 месяцев и не содержал заметных примесей, кроме небольшой примеси Eu^{154} , учет которого производился нами однозначно.

В γ -спектре Eu^{152} мы наблюдали 28 линий (см. табл. 2), из которых 9, а именно, $h\nu=296; 567; 810; 840; 920; 1006;$

Таблица 2

Энергии и относительные интенсивности γ -линии Eu^{152}

Наши результаты					
№№ п/п.	Энергии γ -линий $h\nu$, кэВ	γ — относит. интенсивности	№№ п/п.	Энергии γ -линий $h\nu$, кэВ	γ — относительные интенсивности
1	122±1	155±11	15	840±3	1.2±0.3
2	245±1	39±5	16	868±1	19±1
3	296±2	16±5	17	920±3	3.1±0.6
4	344±1	141±6	18	965±1	68±3
5	~360	5±3	19	1006±2	2.7±0.5
6	411±1	11±1	20	1087±1	50±2
7	444±1	20±2	21	1094±5	8±2
8	567±3	4±1	22	1113±1	63±3
9	586±2	2±1	23	1210±1	6.7±0.6
10	674±3	3±1	24	1253±2	1.0±0.2
11	689±3	4±1	25	1302±2	7.8±0.5
12	720±3	1.5±0.3	26	1409±1	100
13	779±1	60±3	27	1454±1	2.1±0.2
14	810±2	1.6±0.3	28	1527±2	1.2±0.2

1253; 1454 и 1527 кэв наблюдались впервые. Интенсивности γ -линий, известных ранее в литературе, определены нами с большей точностью, чем в предыдущих исследованиях.

Используя данные работ по интенсивностям электронов внутренней конверсии Eu^{152} и наши данные об интенсивностях соответствующих γ -переходов, мы вычислили коэффициенты внутренней конверсии α_k для 15 переходов, сопровождающих распад Eu^{152} . Сравнение $\alpha_{\text{кэкс.}}$ с теоретическими значениями позволили сделать выводы о смесях мультиполей в этих переходах. В частности, оказалось, что мультипольность γ -перехода $h\nu=868$ кэв в Sm^{152} ($3^+ \gamma \rightarrow 4^+$) равна $E2+(5\pm 3)\% M1$ в согласии с результатом экспериментов по ($\gamma 245, \gamma 869$) угловой корреляции (6). В работе Натана и Хальтберга (5), исходя из интенсивности фотолинии K-869 этому переходу приписывалась мультипольность чистая M1.

На основании всех имеющихся в литературе данных и результатов нашей работы построена схема распада Eu^{152} (12,4 года). Схема сбалансирована по интенсивностям и включает все обнаруженные нами переходы. Вычислены интенсивности компонентов β -спектра Eu^{152} и захвата орбитальных электронов на уровне Sm^{152*} , а также значения $\log ft$. Для отношения разветвления распадов Eu^{152} на уровни Gd^{152} и Sm^{152} согласно нашим данным, получилась величина

$$\frac{\beta^-}{\beta^+ + \epsilon} = 0,42 \pm 0,03.$$

Среди уровней четно-четного деформированного ядра Sm^{152} выделены: Ротационная полоса основного состояния уровни 0^+ ; 121,78 кэв 2^+ ; 366,45 кэв 4^+ ; β -вибрационная полоса — 685 кэв 0^+ , 811 кэв, 2^+ и 1042 кэв 4^+ ; γ -вибрационная полоса — 1086,6 кэв 2^+ ; 1234,5 кэв 3^+ ; 1373 кэв 4^+ и три уровня с отрицательной четностью — 963,3 кэв 1^- , 1530 кэв 2^- и 1576 кэв 3^- . Возбуждение уровня 963,3 кэв 1^- в Sm^{152} ранее наблюдалось лишь при распаде короткопериодного Eu^{152*} . По-видимому этот уровень при распаде Eu^{152} (3^-) заселяется переходом с уровня 1530 кэв 2^- . Мы оценили отношение приведенных вероятностей переходов с уровня 1530 кэв на уровни 2^+ и 3^+ γ -вибрационной полосы в Sm^{152} :

$$\frac{B(E 1, 2^- \rightarrow 2^+ \gamma)}{B(E 1, 2^- \rightarrow 3^+ \gamma)} = 0,35 \pm 0,11.$$

Сравнивая эту величину с правилами Алаги приходим к возможности приписания уровню 1530 кэв 2^- в Sm^{152} квантового числа $K=1$.

Среди уровней Gd^{152} при распаде Eu^{152} возбуждаются: 344,2 кэв 2^+ ; 755,5 кэв 4^+ ; 931,1 кэв 2^+ ; 1123,8 кэв 3^- ; 1445 кэв 3^+ и 1645 кэв 2^- . Уровень 931,1 кэв 2^+ ранее наблюдался лишь при распаде Tb^{152} .

Уровни Gd^{152} с энергиями до 3820 кэв возбуждаются при распаде Tb^{152} (1^-). В работе (7) представлена схема распада Tb^{152} , в которой имеются уровни Gd^{152} 1318,6 кэв 2^+ и 1643,9 кэв 1^- . Квантовые характеристики этих уровней находятся в противоречии с данными по распаду Eu^{152*} и Eu^{152} , согласно которым в Gd^{152} достоверно установлены характеристики уровня 1315 кэв — 1^- и уровня 1645 кэв — 2^- .

4. γ -излучение Eu^{154} (16 лет)

При β -распаде Eu^{154} возбуждаются уровни стабильного ядра Gd^{154} , являющегося первым из четно-четных изотопов гадолиния, который имеет структуру уровней, характерную для сильно деформированных ядер. Ядра Sm^{152} и Gd^{154} находятся в начале переходной области, разделяющей сферические и деформированные ядра, имеют одинаковое число нейтронов ($N=90$) и близкие свойства. Этим и обуславливается наш интерес к изучению распада Eu^{154} , поскольку появляется возможность сравнить свойства возбужденных состояний ядер Sm^{152} и Gd^{154} .

До нашей работы γ -излучение Eu^{154} исследовалось в 5 работах из которых 4 выполнены на сцинтилляционных спектрометрах, а одна (8) по фотоэлектронам на спектрометре $\pi\sqrt{2}$. Мы выполнили детальное изучение γ -спектра Eu^{154} на элтроне в области энергий 200—1900 кэв. Источником служил препарат Eu^{154} активностью ~ 7 кюри, приготовленный облучением окиси Eu^{153} (98,9% $\text{Eu}^{153} + 1,1\% \text{Eu}^{151}$) потоком тепловых нейтронов. Исследуемый препарат выдерживался 200 дней после облучения и не содержал заметных примесей, кроме небольшой примеси Eu^{152} (интенсивность γ -линии $h\nu=1408$ кэв Eu^{152} составила $\sim 1,2\%$ от интенсивности γ -линии $h\nu=1276$ кэв Eu^{154}). Через 1 год после первого промера γ -спектра Eu^{154} мы вторично исследовали тот же препарат на предмет определения скорости спадания интенсивности γ -линий: она оказалась не противоречащей периоду полураспада 16 лет.

Всего в наших измерениях γ -спектра Eu^{154} определены энергии и интенсивности 32 γ -линий (см. табл. 3), из которых 14 γ -линий, а именно: $h\nu=247; 445; 593; 628; 678; 693; 724; 758; 815; 874; 998; 1007; 1277$ и 1598 кэВ ранее наблюдались, как при распаде Eu^{154} , так и Tb^{154} ($T_{1/2}=8$ и 20 часов); γ -линии $h\nu=560, 895, 1142$ и 1190 кэВ наблюдались лишь в распаде Tb^{154} ; остальные 14 γ -линий, а именно $h\nu=328; 403; 465; 480; 581; 616; 834; 847; 906; 925; 1129; 1248; 1493$ и 1539 кэВ, наблюдались нами впервые.

Таблица 3

Энергии и относительные интенсивности γ -линий Eu^{154}

Наши результаты					
№ п/п	Энергии γ -линий $h\nu$, кэВ	γ — относительные интенсивности	№ п/п	Энергии γ -линий $h\nu$, кэВ	γ — относительные интенсивности
1	247±1	22±2	17	834±4	0.7±0.2
2	328±3	2.3±0.6	18	847±3	2.8±0.3
3	403±2	1.3±0.3	19	874±1	34±2
4	445±2	1.5±0.3	20	895±3	1.4±0.3
5	465±4	0.6±0.2	21	906±3	2.3±0.3
6	480±5	0.4±0.2	22	925±2	0.27±0.07
7	560±4	0.7±0.2	23	998±2	32.5±2.5
8	581±3	3.1±0.6	24	1007±2	46.4±2.8
9	593±1	14.0±0.7	25	1129±3	1.0±0.2
10	616±3	0.9±0.3	26	1142±2	0.6±0.1
11	628±3	0.6±0.3	27	1190±2	0.24±0.06
12	678±2	1.0±0.3	28	1248±4	2.9±0.5
13	693±1	5.4±0.5	29	1277±1	100
14	724±1	57±3	30	1493±2	2.1±0.1
15	758±1	13.2±0.8	31	1539±3	0.19±0.03
16	815±2	1.8±0.2	32	1598±2	5.0±0.3

Полученные данные вместе со сведениями об интенсивностях электронов внутренней конверсии, заимствованными из других работ, позволили определить a_k для 14 — переходов между уровнями Gd^{154} , а следовательно, и оценить примеси мультиполей в этих γ -переходах.

На основании всех выполненных ранее работ, посвященных изучению распада Eu^{154} и результатов нашей работы построена схема распада. Из баланса интенсивностей перехо-

дов по уровням Gd^{154} определены интенсивности β -компонентов и значения $\log ft$ распада Eu^{154} на уровни Gd^{154} .

При распаде Eu^{154} возбуждаются следующие уровни Gd^{154} :

1. Уровни ротационной полосы основного состояния — 0^+ ; 123,1 кэВ 2^+ 371,1 кэВ 4^+ и 718 кэВ 6^+ .
2. Уровни β -вибрационной полосы — 680,8 кэВ 0^+ ; 816,1 кэВ 2^+ и 1049,1 кэВ 4^+ .
3. Уровни γ -вибрационной полосы — 997,7 кэВ 2^+ ; 1129,4 кэВ 3^+ и 1265,2 кэВ 4^+ .
4. Уровни с отрицательной четностью — 1399,5 кэВ 2^- и 1722,2 кэВ 2^- .
5. Мы вводим новые уровни с энергиями 1617 ± 2 кэВ и 1663 ± 2 кэВ, позволившие разместить γ -переходы $h\nu=1493 \pm 2$; 1248 ± 4 ; 616 ± 3 ; 1539 ± 3 и 847 ± 3 кэВ. Возможные квантовые характеристики этих уровней 3^+ , 4^+ , исходя из значения $\log ft$ распада Eu^{154} на уровни 1617 кэВ ($\log ft = 10,6$) и 1663 кэВ ($\log ft = 10,5$).

Для размещения γ -переходов $h\nu=1129$ и 1190 кэВ необходимо ввести новые уровни, но для этого требуется дальнейшее исследование распадов Eu^{154} и Td^{154} .

На основании отношений приведенных вероятностей переходов на уровни $2^+ \gamma$ и $3^+ \gamma$ $\left(\frac{B(E1, 2^- \rightarrow 2^+ \gamma)}{B(E1, 2^- \rightarrow 3^+ \gamma)} = 2,23 \pm 0,17 \right)$ и $\sim 0,4$) уровням 1722,2 кэВ 2^- и 1399,5 кэВ 2^- в Gd^{154} приписаны значения квантового числа $K=2$ и $K=1$ соответственно.

В диссертации проведено сравнение экспериментальных данных с предсказаниями обобщенной модели ядра и модели аксиально-несимметричного ротатора А. С. Давыдова и их модификаций [9].

Проведенное сравнение экспериментальных значений энергий уровней ротационных полос основного состояния Sm^{152} и Gd^{154} с расчетными значениями по моделям ядер показало, что наилучшее согласие получается с неаксиальной моделью при определенном из $E_1(2^+)$ и $E_1(4^+)$ и $\mu=0$.

2. Энергии уровней β -вибрационных полос в Sm^{152} и Gd^{154} сравнены с расчетными значениями по модели Давыдова ($\mu \neq 0$) и модели $R-V$. (Ротационно-вибрационная модель Феслера, Грейнера и Шелайна (10)). Обе модели хорошо согласуются друг с другом, но дают завышенные по отношению к эксперименту значения на 5—15%.

В таблице 4 представлено сравнение экспериментальных отношений приведенных вероятностей переходов с уровней β -вибрационных полос на уровни ротационных полос основного состояния в Sm^{152} и Gd^{154} с правилами Алаги и вычислениями по модели Давыдова ($\mu \neq 0, \gamma \neq 0$).

Оказалось, что модель Давыдова и Чабана несколько лучше согласуется с экспериментом, чем правила Алаги. В γ -переходах, соответствующих разрядке $2^+\beta$ уровней на 2^+ уровни основной ротационной полосы в Sm^{152} и Gd^{154} обнаружены примеси E0, которые согласно нашим оценкам равны $(6,5 \pm 0,6)\%$ от E2 в переходе $h\nu=689$ кэВ в Sm^{152} и $(3,5 \pm 0,6)\%$ от E2 в переходе $h\nu=693$ кэВ в Gd^{154} . Эти примеси обуславливают аномально высокие значения коэффициентов внутренней конверсии соответствующих γ -переходов.

Таблица 4

$\frac{B(E2, I \rightarrow I)}{B(E2, I \rightarrow I)}$	Эксперимент		Правила Алаги			Давыдов и Чабан [9]
	Sm^{152}	Cd^{154}	$K=2$	$K=1$	$K=0$	$\gamma = 11,45^\circ;$ $\mu = 0,37 \text{ Sm}^{152};$ $\gamma = 12,2^\circ;$ $\mu = 0,365 \text{ Cd}^{154};$
$\frac{2^+\beta \rightarrow 2^+}{2^+\beta \rightarrow 0^+}$	$5,6 \pm 1,8$	$6,9 \pm 0,9$	1,43	0,36	1,43	2,2
$\frac{2^+\beta \rightarrow 4^+}{2^+\beta \rightarrow 2^+}$	—	$2,5 \pm 0,5$	0,05	3,2	1,8	4,1
$\frac{4^+\beta \rightarrow 4^+}{4^+\beta \rightarrow 2^+}$	$4,6 \pm 1,8$	17 ± 7	2,94	0,082	0,91	—

3. Сопоставление энергий уровней γ -вибрационных полос в Sm^{152} и Gd^{154} со значениями, вычисленными на основе моделей ядер показало, что наилучшее согласие получается с моделью неаксиального ротатора ($\mu=0$).

Результаты сравнения экспериментальных отношений приведенных вероятностей переходов с уровней γ -вибрационных полос на уровни ротационных полос основного состояния Sm^{152} и Gd^{154} с предсказаниями теоретических моделей

Таблица 5

Отношение приведенных вероятностей переходов с уровней γ -вибрационной полосы на уровни основной полосы Sm^{152}

$\frac{B(E2, I_1 K_1 \rightarrow I_2 K_2)}{B(E2, I_1 K_1 \rightarrow I_2 K_2)}$	Эксперимент (наши результаты)	По Давыдову [9]		По правилам Алаги				отношение приведенных вероятностей при $Z_{\text{ср}} = 0,086 \pm 0,005$
		$\frac{2^+\beta \rightarrow 2^+}{2^+\beta \rightarrow 0^+}$	$\frac{2^+\beta \rightarrow 4^+}{2^+\beta \rightarrow 2^+}$	$K_1=0$	$K_1=1$	$K_1=2$	Z из соотношен.	
$\frac{2^+\gamma \rightarrow 2^+}{2^+\gamma \rightarrow 0^+}$	$2,46 \pm 0,15$	2,30	2,21	1,43	0,36	1,43	0,094 \pm 0,01	$2,35 \pm 0,07$
$\frac{2^+\gamma \rightarrow 4^+}{2^+\gamma \rightarrow 2^+}$	$0,094 \pm 0,019$	0,054	0,059	0,05	3,2	1,8	$0,059 \pm 0,024$	$0,115 \pm 0,005$
$\frac{3^+\gamma \rightarrow 4^+}{3^+\gamma \rightarrow 2^+}$	$1,04 \pm 0,07$	1,06	0,75	0,4	2,5	—	$0,081 \pm 0,007$	$1,10 \pm 0,06$
$\frac{4^+\gamma \rightarrow 4^+}{4^+\gamma \rightarrow 2^+}$	$8,1 \pm 2,3$	12,8	9,3	2,94	0,082	0,91	$0,064 \pm 0,015$	$12,4 \pm 1,3$

В(E2, I ₁ K ₁ → I _f K _f) B(E2, II K ₁ → I _f K _f)	Эксперимент (наши результаты)	По Давыдову [9]		По правилам Алаги				отношение приведенных вероятностей при Z _{ср} =0,079±0,007
		γ = 0 π = 1,385	γ = 12,2 π = 0,365	K ₁ = 2	K ₁ = 1	K ₁ = 0	Z из отношен.	
2 ⁺ γ → 2 ⁺	2,02±0,19	2,43	2,29	1,43	0,36	1,43	0,059±0,016	2,26±0,019
2 ⁺ γ → 0 ⁺	0,09±0,03	0,16	0,064	0,05	3,2	1,8	0,054±0,040	0,11±0,01
3 ⁺ γ → 4 ⁺	1,17±0,10	1,16	0,82	0,4	2,5	—	0,092±0,009	1,02±0,08
3 ⁺ γ → 2 ⁺	8,2±2,2	15,2	11,1	2,94	0,082	0,91	0,065±0,015	10,8±1,5

Давыдова ($\mu=0$ и $\mu \neq 0$) одинаково хорошо согласуются с экспериментом. Средневзвешенные значения параметра перемешивания полос Z оказались несколько выше значений для середины деформированной области ($Z=0,05$) и приводят к результатам хорошо согласующимся с экспериментальными отношениями приведенных вероятностей переходов.

В Sm^{152} и Gd^{154} выделены довольно развитые β -вибрационные γ -вибрационные и ротационные полосы основного состояния. Поэтому нами сделана попытка оценить моменты инерции этих полос в пределах справедливости двучленной формулы Бор-Моттельсона для энергий уровней ротационных полос четно-четных деформированных ядер. Моменты инерции β - и γ -вибрационных полос оказались ниже, чем для ротационных полос основного состояния на 5 и 20% для Sm^{152} и на 12 и 11% соответственно для Gd^{154} .

Сделана попытка описания имеющихся в Sm^{152} и Gd^{154} уровней с отрицательной четностью в рамках обобщенной и сверхтекучей моделей ядра.

В результате проведенных исследований получены значения энергий и относительных интенсивностей γ -линий в спектрах Eu^{152*} , Eu^{152} и Eu^{154} . Обнаружен ряд неизвестных ранее γ -переходов и уточнены схемы распадов исследованных изотопов. Полученные экспериментальные результаты сравнены с предсказаниями моделей атомного ядра.

Основные результаты проделанной работы были доложены на 13—15 ежегодных совещаниях по ядерной спектроскопии и опубликованы в работах (11—14).

После опубликования этих работ и написания окончательного варианта диссертации появились работы, посвященные исследованию γ -спектров Eu^{152} (15) и Eu^{154} (16) на полупроводниковых германиево-литиевых детекторах.

Результаты этих работ хорошо согласуются с нашими данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. J. Tavendale, International Symposium on Electronics, Paris 25—27, November (1963).
2. Витман В. Д., Войнова Н. А., Джелепов Б. С. Изв. АН СССР Серия физич. 27, 249 (1963).
3. А. Г. Сергеев, Н. А. Войнова, Б. С. Джелепов, Д. М. Каминкер, Ю. В. Калиничев. ПТЭ 5, 48 (1965).
4. I. Marklund, O. Nathan, O. B. Nielsen, Nucl. Phys. 5, 199 (1960).
5. O. Nathan S. Hultberg, Nucl. Phys. 10, 118 (1959).
6. O. Nathan Nucl. Phys. 21, 55 (1960).

7. К. Я. Громов, В. В. Кузнецов, М. Я. Кузнецова, М. Фигнер, Я. Урбанец, О. Б. Нильсен, К. Вильский, С. Скильбrait, М. Йоргенсон. Изв. АН СССР Сер. физич. 1, (1967).
8. J. Hamilton, T. Katon, W. Brantley, E. Zganjar. Phys. Lett. 13, 43 (1964).
9. А. С. Давыдов, Г. Ф. Филиппов Nucl. Phys. 8, 237 (1958).
А. С. Давыдов, А. А. Чабан. Nucl. Phys. 2, 499 (1960).
А. С. Давыдов, В. И. Овчаренко. «Ядерная физика». т. 3, 1011 (1966).
10. A. Faessler, W. Greiner, R. K. Shellne, Nucl. Phys. 70, 33 (1965).
11. Б. С. Джелепов, Н. Н. Жуковский, А. Г. Малоян. «Ядерная физика», т. 1, 941 (1965).
12. Б. С. Джелепов, Н. Н. Жуковский, А. Г. Малоян. «Ядерная физика», т. 3, 785 (1966).
13. Н. А. Воннова, Б. С. Джелепов, Н. Н. Жуковский, Ю. В. Калинин, А. Г. Малоян, А. Г. Сергеев. «Ядерная физика», т. 3, 3 (1966).
14. Б. С. Джелепов, А. Г. Дмитриев, Н. Н. Жуковский, А. Г. Малоян. Изв. АН СССР Сер. физич. т. 30, № 8, 1265 (1966).
15. J. H. Hamilton, L. L. Riedinger, N. R. Johnson Bull. Amer. Phys. Soc. VII, № 3, 407, (1966).
16. L. L. Riedinger, J. H. Hamilton N. R. Johnson, Bull. Amer. Phys. Soc. v. 11, № 4, 529, Q7 (1966).
-