

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

95-300

P6-95-300

Я.Ваврышук, К.Я.Громов, В.И.Фоминых, В.Г.Чумин,
М.Б.Юлдашев

ТОНКАЯ СТРУКТУРА АЛЬФА-СПЕКТРОВ ^{151}Ho

Направлено в журнал «Известия РАН, серия физическая»

1995

Тонкая структура альфа-спектров ^{151}Ho

В исследованиях α -спектров и $(\alpha-\gamma)$ -совпадений при распаде изомерных состояний ^{151}Ho подтверждена схема распада, предложенная Лиангом и др. [1].

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1995

Перевод авторов

Wawryszczuk J. et al.

P6-95-300

Fine Structure of the ^{151}Ho Isomeric Alpha-Spectrum

The decay scheme of the ^{151}Ho isomeric states proposed Liang et al. [1] have been confirmed in the α -spectra and $(\alpha-\gamma)$ -coincidences investigations.

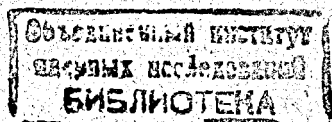
The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

В области нуклидов с числом нейтронов около 82 и нечетным числом протонов около 64 наблюдается ряд изомерных состояний типа $\Psi_{11/2}$ и $\Psi_{1/2}$. При числе протонов $Z > 65$ разность энергий этих состояний составляет обычно несколько десятков килоэлектронвольт, и поэтому поиск и исследование α -распада на возбужденные состояния дочерних ядер являются важным методом установления относительного энергетического положения этих изомерных уровней.

Лианг и др. [1] изучали спектр α -частиц и $(\alpha-\gamma)$ -совпадений при распаде изомеров $^{151}_{87}\text{No}$. При распаде изомерного состояния $\Psi_{1/2}$ ($T_{1/2} = 47$ с, $E_{\alpha} = 4610.6$ кэВ) они наблюдали линию тонкой структуры $E_{\alpha} = 4260$ кэВ, а при распаде изомера $\Psi_{11/2}$ ($T_{1/2} = 36$ с, $E_{\alpha} = 4522.1$ кэВ) - линию тонкой структуры $E_{\alpha} = 4220$ кэВ. Предложена схема распада изомеров ^{151}No (рис.1). Установлены разности энергий изомерных состояний в ^{151}No : $E_{1/2} - E_{11/2} = 41.4$ кэВ, и дочернем ^{147}Tb : $E_{11/2} - E_{1/2} = 50.6$ кэВ.

Учитывая важность получения надежной информации о взаимном расположении изомерных состояний в ^{151}No и ^{147}Tb , мы повторили эксперименты Лианга и др. [1].

Эксперименты выполнены на ИЗОЛЬ-комплексе ЯСНАПП-2 [2] в Дубне. Нуклиды ^{151}No получали при облучении вольфрамовой мишени протонами с энергией 660 МэВ на фазотроне ОИЯИ. Вольфрамовая мишень одновременно являлась ампулой ионизатора ионного источника электромагнитного масс-сепаратора. Ионы $A=151$ собирались на "монету" монетного автомата спектрометрической установки [3]. Монеты-подложки через заданные промежутки времени перебрасывались в измерительную позицию, где с помощью $\text{Si}(\text{Au})$ -детектора измерялись α -спектры и с помощью HrGe -детектора измерялись γ -спектры. Параллельно с помощью тех же детекторов изучались спектры $(\alpha-\gamma)$ -совпадений. Управление экспериментом с помощью персонального компьютера РС АТ/386 позволяло изменять временной режим эксперимента. Основные результаты получены, когда облучение мишени протонами и одновременный сбор ионов с $A=151$ на монету проводились в течение 80 с, а затем выполнялись измерения спектров 4 раза по 20 с. Число циклов измерений (число источников) было 100.



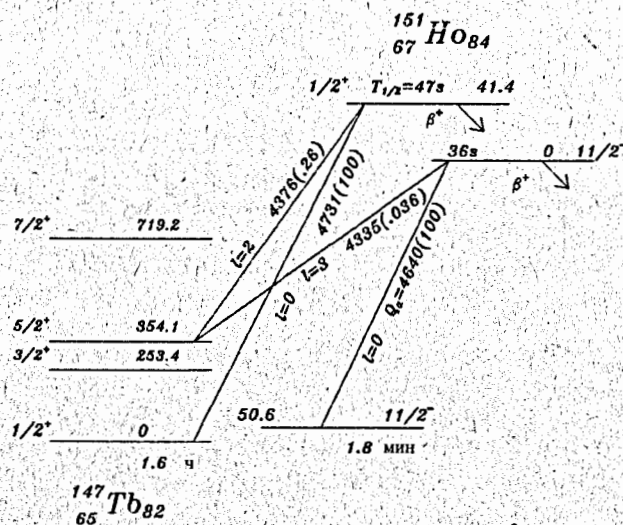


Рис.1. Схема α -распада изомеров ^{151}Ho , предложенная Лиангом и др. [1]. Энергии возбуждения изомерных состояний в ^{147}Tb и ^{151}Ho . В скобках - относительные интенсивности α -переходов

На рис.2 представлен одиночный спектр α -частиц $A=151$. Оценки периодов полураспада, с которыми убывало число отсчетов на разных участках спектра, позволяет заключить, что вместе с основными α -линиями нуклидов с $A=151$: $E_\alpha=4610$ кэВ (^{151}Ho , 47 с), 4522 кэВ (^{151}Ho , 36 с) и 4069 кэВ (^{151}Dy , 17 мин), наблюдаются α -линии с энергиями $E_\alpha=4235$ кэВ (^{150}Dy , 7,2 мин) и $E_\alpha=4389$ кэВ (^{152}Ho , 2,4 мин), обусловленные малыми (<1%) примесями в источнике соседних с $A=151$ изотопов. Линию с энергией $E_\alpha=(4260\pm 5)$ кэВ мы, как и в [1], относим к распаду изомера $\pi S_{1/2}$ ^{151}Ho с $T_{1/2}=47$ с. Идентифицировать α -линию 4220 кэВ, наблюдающуюся в [1], мы не можем из-за примеси ^{150}Dy .

На рис.3а,3б представлены спектры γ -лучей, совпадающих с α -частицами с энергией $E_\alpha=(4260\pm 20)$ кэВ и $E_\alpha=(4220\pm 20)$ кэВ. При этом из γ -спектров, измеренных в указанных окнах, вычтен спектр "фонового" окна - $E_\alpha=(4380\pm 20)$ кэВ.

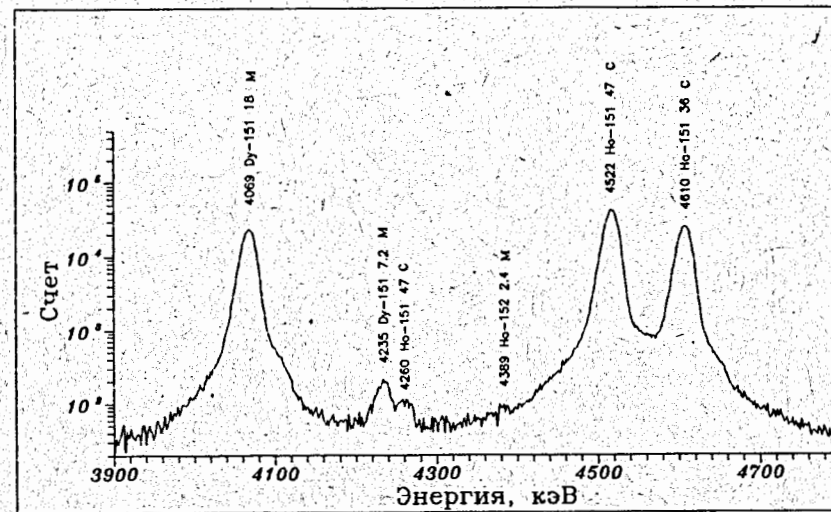


Рис.2. Одиночный спектр α -частиц нуклидов с $A=151$

Чтобы не потерять отрицательных чисел при вычитании, к отсчетам в каждом канале "уменьшаемого" спектра было добавлено по 10 отсчетов, т.е. ордината 10 на рис.3а,3б соответствует нулевым отсчетам. В спектре окна $E_\alpha=4260$ кэВ наблюдаются совпадения с γ -лучами 100,5 кэВ и 253,5 кэВ. Слабые совпадения с γ -лучами этих энергий наблюдаются и в окне $E_\alpha=4220$ кэВ. На рис.4 изображен спектр α -частиц, совпадающих с γ -квантами с энергией 100 кэВ и 253 кэВ, полученный как сумма α -спектров с энергией 100 кэВ и $E_\gamma=(253\pm 1)$ кэВ минус спектры в "фоновых окнах" $E_\gamma=105$ кэВ и $E_\gamma=248$ кэВ. Так же как на рис.3а,3б, нулевым отсчетом следует считать ординату =10. Видны совпадения с α -частицами 4260 кэВ и слабое совпадение с $E_\gamma=4220$ кэВ.

В таблице приведены полученные при анализе экспериментальных результатов относительные интенсивности линий α -спектра при распаде изомеров ^{151}Ho . Отношение интенсивностей $I_{\alpha 4260} : I_{\alpha 4511} = 0.23(1)\%$ определено по результатам измерения одиночного спектра изомеров ^{151}Ho .

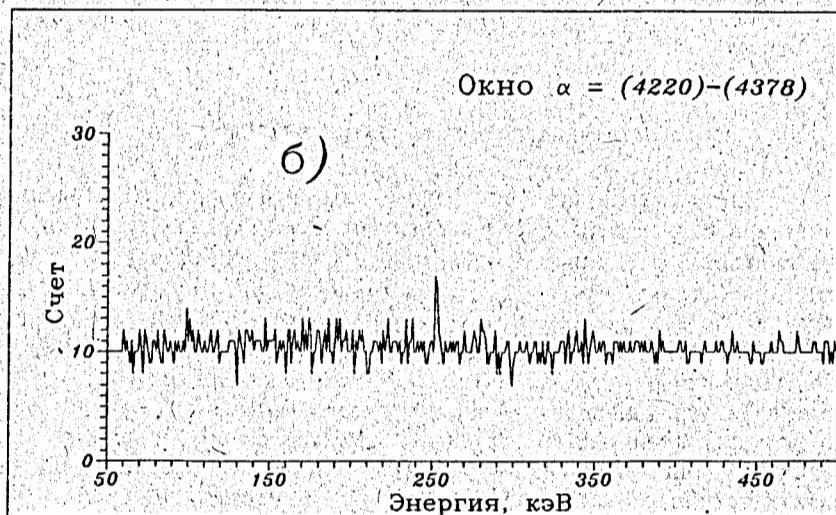
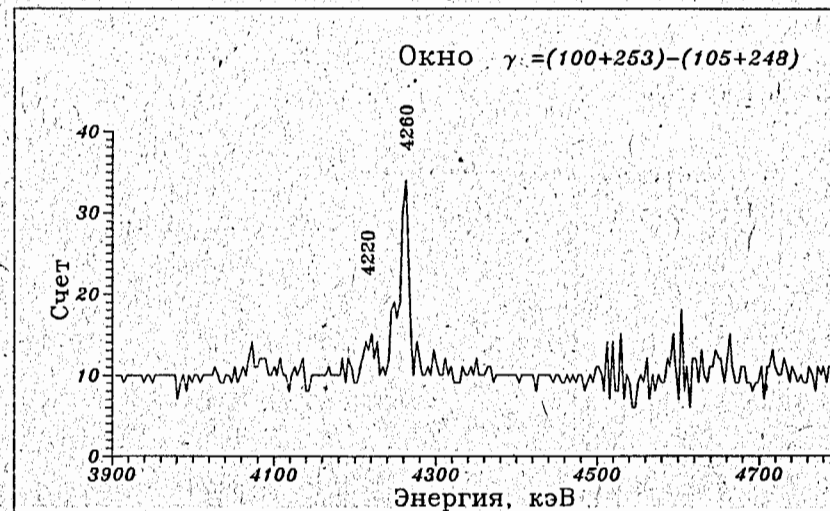
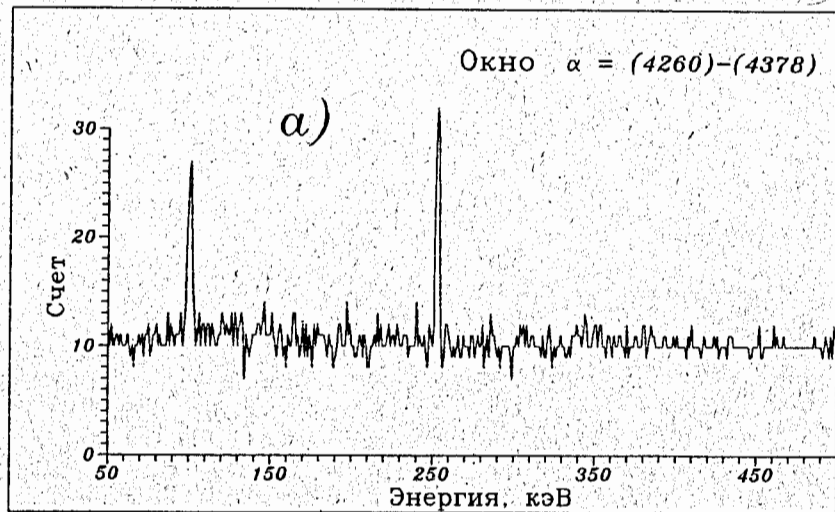


Рис. 3. Спектры γ -лучей, совпадающих с α -частицами с энергией:
 а) $E_{\alpha} = (4260 \pm 20)$ кэВ; б) $E_{\alpha} = (4220 \pm 20)$ кэВ

Рис. 4. Спектр α -частиц, совпадающих с γ -квантами 100.5 кэВ и 253.4 кэВ

Отношение $(I_{\alpha_{4220}}) / (I_{\alpha_{522}}) = 0.027(6)\%$ определено по результатам измерений спектров совпадений с учётом отношения интенсивностей главных α -линий $(I_{\alpha_{4522}}) / (I_{\alpha_{611}})$ в тех же измерениях. Полученные значения в пределах ошибок совпадают с результатами Лианга и др. [1]. В таблице даются также экспериментальные оценки верхних пределов интенсивности α -переходов, возможных по предложенной в [1] схеме распада изомеров ^{151}Ho (рис. 1). Эти оценки несколько ниже полученных в [1].

Таким образом, в настоящей работе подтверждены результаты работы Лианга и др. [1], касающиеся обнаружения тонкой структуры α -спектров при распаде изомеров ^{151}Ho и энергии изомерных состояний $\text{Pb}11/2$ и $\text{Pb}1/2$ в ядрах $^{151}_{67}\text{Ho}$ и $^{147}_{88}\text{Tb}$.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта #94-02-04828а).

Таблица. Относительные интенсивности альфа-переходов при распаде изомеров $^{151}_{67}\text{Ho}_{84}$ (47 с, $1/2^-$) и $^{151}_{67}\text{Ho}_{84}$ (36 с, $11/2^-$)

E_α (кэВ)	Относительные интенсивности		$I_i \rightarrow I_f$	$E_f - ^{147}_{85}\text{Tb}_2$ (кэВ)
	Наст. работа	Лианг и др. [1]		
4611 ¹⁾	100	100	$1/2^- \rightarrow 1/2^-$	0
(4565) ²⁾	<0.06	<1.1	$1/2^- \rightarrow 11/2^-$	51
(4366) ²⁾	<0.02	<0.05	$1/2^- \rightarrow 3/2^-$	253
4265	0.23 (1)	0.26 (2)	$1/2^- \rightarrow 5/2^-$	354
(4570) ²⁾	<0.04	<0.7	$11/2^- \rightarrow 1/2^-$	0
4522 ¹⁾	100	100	$11/2^- \rightarrow 11/2^-$	51
(4323) ²⁾	<0.01	<0.01	$11/2^- \rightarrow 3/2^-$	253
4225	0.027 (4)	0.036 (4)	$11/2^- \rightarrow 5/2^-$	354

Примечание.

¹⁾ Взвешенные значения энергии основных α -переходов из работы Ритца [4].

²⁾ В скобки взяты значения энергии α -переходов, возможных по схеме распада рис.1.

Литература

1. C.F.Liang, P.Paris, P.Kleinheinz et al
Phys.Letters V191 p.245 (1987)
2. V.G.Kalinnikov et al NIM B70 p.62 (1992)
3. В.И.Фоминных и др. Препринт ОИЯИ P13-94-394, Дубна (1994)
4. A.Rytz Atomic data and Nucl.Data Tables 47 p.205 (1991)

Рукопись поступила в издательский отдел
10 июля 1995 года.