

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

М - 903

6-81-559

МУМИНОВ
Камол Мусаевич

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ
И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ БАРИЯ,
ЛАНТАНА, ТУЛИЯ**

Специальность: 01.04.16 - физика атомного ядра
и элементарных частиц

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1981

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Б.А.Аликов.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
кандидат физико-математических наук

И.Н.Михайлов,
В.П.Приходцева.

Ведущее предприятие - Научно-исследовательский институт ядерной физики ИЯУ.

Защита состоится " " 1981 г. в " " часов
на заседании специализированного Ученого совета Д-047.01.03 при
Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследо-
ваний, г. Дубна Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан " " 1981 года.

Ученый секретарь

Специализированного совета
доктор физико-математических наук

Ю.А.Батусов.

Актуальность проблемы. Работа выполнена в рамках программы исследований ядер, удаленных от полосы бета-стабильности, в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований (программа ЯСНАШ) и посвящена экспериментальным и теоретическим исследованиям структуры деформированных ядер и ядер переходной области между сферическими и деформированными. Исследуемые ядра значительно удалены от полосы бета-стабильности и их свойства могут существенно отличаться от свойств, близких к стабильным, и хорошо изученных сферических или сильнодеформированных ядер. Вероятности электромагнитных переходов, определяемые из экспериментально измеренных времен жизни ядерных уровней, весьма чувствительны к деталям структуры атомного ядра.

Целью работы были измерения времен жизни возбужденных состояний ядер бария-131 и -133, лантана-131 и тулия-161, -163, -165, и -167; расчет и анализ свойств возбужденных состояний этих ядер в рамках полумикроскопических моделей, систематизация данных о вероятностях γ -запрещенных переходов типа M1 в широкой области ядер с $A=25+50$, $100+150$ и $190+210$. Основные экспериментальные результаты получены во временных измерениях методами задержанных $e\text{-}\gamma$ -, $\gamma\text{-}\gamma$ - и $\gamma\text{-}\gamma\text{-}t$ -совпадений.

Научная новизна и практическая ценность работы. Усовершенствована методика измерений трехмерных $\gamma\text{-}\gamma\text{-}t$ -совпадений с использованием Ge(Li) -детектора для исследований короткоживущих ядер. В экспериментальных исследованиях свойств нейтронодефицитных изотопов бария, лантана и тулия впервые установлены времена жизни восьми возбужденных уровней этих ядер, для четырех уровней определены верхние пределы их времени жизни и для двух уровней значения периодов полураспада существенно уточнены. Предложена схема распада $^{161}\text{Yb} \rightarrow ^{161}\text{Tm}$, состоящая из

12 возбужденных уровней, между которыми размещены 22 гамма-перехода. Впервые систематизированы экспериментальные данные о вероятностях ℓ -запрещенных MI-переходов типа $p_n(2S_{1/2} \rightarrow 1d_{3/2})$ в области ядер с $A=25+50$. В рамках квазичастично-фононной модели рассчитаны энергии уровней, их структура и вероятности E2-переходов с них для ядер ^{131}La и $^{131,133}\text{Ba}$. Для изученных ядер тулия рассчитаны равновесные значения квадрупольной и гексадекапольной деформации, на основе полумикроскопических моделей ядра рассчитаны энергии одноквазичастичных состояний, структура уровней вращательных полос, вероятности γ -переходов, величины внутренних квадрупольных моментов, разности гиромангнитных отношений для коллективного и одночастичных движений, магнитные моменты ряда состояний. Полученные расчетные значения указанных величин систематически сравнены с экспериментальными значениями для нечетных изотопов тулия.

Результаты проведенных исследований существенно дополняют имевшиеся ранее сведения о вероятностях электромагнитных переходов в ядрах. Проведенное сравнение экспериментальных данных с расчетными теоретическими представляет интерес для оценки границ применимости соответствующих моделей и для их дальнейшего развития, а также для определения задач дальнейших экспериментальных исследований.

Достоверность полученных в работе экспериментальных данных обоснована корректной постановкой экспериментов, высокими энергетическими и временными характеристиками и надежностью использованных установок, повторяемостью результатов в различных постановках экспериментов, а также согласием с ранее известными результатами. Теоретические расчеты выполнены на основе разработанных ранее в ЛФФ ОИЯИ и апробированных теоретических моделей и программ.

Апробация работы и публикации по теме диссертации. Основные результаты диссертации докладывались на XXIX (Рига, 1979 г.), XXX (Ленинград, 1980 г.) и XXXI (Самарканд, 1981 г.) Сессиях по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, на Международной конференции по ядрам, удаленным от полосы стабильности (Каргезе, Франция, 1976 г.), на Международной конференции по ядерной физике (Беркли, США, 1980 г.), обсуждались на семинарах Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Главные положения диссертации отражены в десяти опубликованных работах.

Защищаемые положения

I. Применимость установки трехмерных γ - γ -t-совпадений с Ge(Li)-детектором для временных измерений в наносекундном диапазоне.

2. Экспериментальные результаты исследований свойств изотопов бария- 131 и 133 , лантана- 131 и тулия- 161 ; 163 , 165 и 167 .

3. Результаты теоретических расчетов свойств исследованных ядер бария, лантана и тулия.

4. Результаты анализа экспериментальных данных о вероятностях электромагнитных переходов и других свойств изученных ядер и сравнение их с результатами теоретических расчетов.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 79 страницах машинописного текста. Для иллюстрации представленного материала диссертация содержит 35 рисунков (на 35 страницах) и 22 таблицы (на 20 страницах). Список использованных литературных источников включает в себя 128 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава посвящена описанию экспериментальных установок, использованных при выполнении работы; вопросам постановки экспериментов, обработки экспериментальных результатов и методам получения радиоактивных источников.

Для измерения времен жизни возбужденных состояний ядер использованы установки e - γ -задержанных совпадений и установка трехмерных γ - γ -t-совпадений, созданные при участии автора. Проведение временных исследований ядер, обладающих сложными спектрами ядерного излучения, требует обеспечения, по крайней мере в одном из каналов установки, достаточно четкого выделения одного из каскадных переходов, связанных с заселением или распадом исследуемого уровня. С этой целью, с учетом конкретного характера задачи, мы применяли: Ge(Li)-детекторы коаксиального типа с двумя открытыми каналами ($V = 40 \text{ см}^3$, $\Delta E = 2+3,5 \text{ кэВ}$ при $E \approx 1,3 \text{ МэВ}$), магнитно-линзовый β -спектрометр типа спектрометра Гергольма и безжелезный β -спектрометр с тороидальным магнитным полем. Характеристики использованных сцинтилляционных детекторов следующие: сцинтилляторы NE104- $\phi 25 \text{ мм}$, $l = 0,1+25 \text{ мм}$; NE111- $\phi 25 \text{ мм}$, $l = 0,1-10 \text{ мм}$; стильбен - $\phi 40 \times 40 \text{ мм}^2$ и NaI(Tl)- $\phi 40 \times 40 \text{ мм}^2$; фотоумножители типа XP1020 и XP1021. Параметры установок этого типа существенно зависят от качества используемых блоков быстрой и спектрометрической электроники. Использование в наших установках блоков, разработанных в Отделе автоматизации физического эксперимента ЛФФ ОИЯИ, обеспечило нам высокий современный уровень исследований. Накопление информации производилось в памяти многоканальных анализаторов импульсов типа NTA-512В, NTA-512М, ICA-70, AI-1024 и ЭМ НР-2116С.

Для повышения эффективности исследований короткоживущих ядер была создана установка трехмерных γ - γ -t-совпадений, позволяющая изучать временные корреляции одновременно для многих каскадных переходов и при этом обеспечивать высокую скорость набора информации, стабильность аппаратуры и пр. Разработаны методы компенсации амплитудных сдвигов во временных спектрах и методы наносекундных измерений с использованием Ge(Li)-детекторов. На рис. 1 приведены временные распределения совпадений различных окон $\Delta A1$ и $\Delta A2$ до и после компенсации амплитудных сдвигов. Видно, что компенсация значительно улучшает аппаратное временное разрешение особенно в случаях совпадений низкоэнергетических излучений.

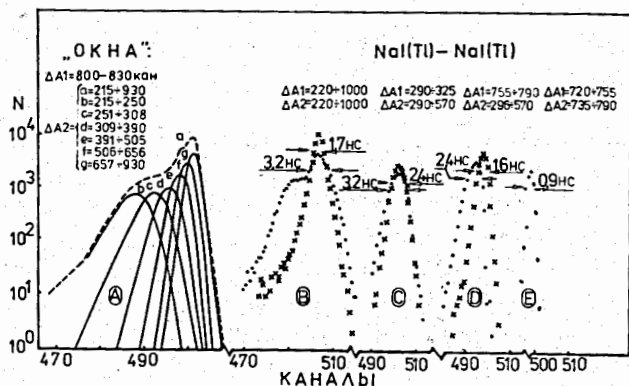


Рис. 1. Временные распределения γ - γ -совпадений между импульсами: А - фиксированного "окна" А1 и а) всего спектра А2; б-г) последовательно выбранных "окон" в этом же спектре; В, С, D, Е - различных "окон" в спектрах А1 и А2 до и после компенсации зависимости временного сдвига от амплитуды.

Созданные нами установки позволяют проводить измерения времен жизни возбужденных состояний ядер в диапазоне от 10^{-11} с до 10^{-6} с, используя излучения (γ , X, e) с энергией ~ 1000 кэВ, возникающие при распаде изотопов с $T_{1/2}$ до нескольких минут.

Для обработки одномерных временных спектров применялись (в зависимости от величины отношения разрешающего времени установки и времени жизни уровня) программы GEXFIT, LIFTIM и MOMENT, реализованные на ЭВМ CDC-6500. Для обработки трехмерных γ - γ -t-совпадений применялась программа HPNUM на ЭВМ HP-2116С.

Нейтрондефицитные изотопы:

^{131}La ($T_{1/2} = 59$ мин), ^{133}La ($T_{1/2} = 3,9$ час),
 ^{131}Ce ($T_{1/2} = 8$ мин), ^{161}Yb ($T_{1/2} = 4,2$ мин),
 ^{163}Yb ($T_{1/2} = 11$ мин), ^{165}Yb ($T_{1/2} = 10$ мин) и
 ^{167}Yb ($T_{1/2} = 18$ мин),

изученные в настоящей работе, были получены в реакции глубокого расщепления при облучении мишеней гадолиния, неодима, гафния или тантала на пучке протонов ($E_p = 600$ МэВ) синхротронном ОИЯИ.

Во второй главе диссертации представлены результаты измерений времен жизни нижних возбужденных состояний ^{131}La , $^{131,133}\text{Ba}$, результаты анализа этих данных в рамках квазичастично-фононной модели, результаты систематизации данных о вероятностях ℓ -запрещенных MI-переходов типа $p, n(2s_{1/2} \leftrightarrow 1d_{3/2})$, $p, n(1g_{7/2} \leftrightarrow 2d_{5/2})$ и $p, n(2d_{3/2} \leftrightarrow 3s_{1/2})$.

Измерения времен жизни уровней в ядрах La и Ba проводились в e- γ -совпадениях на многоканальном временном анализаторе, собранном на базе магнитно-линзового β - и сцинтилляционного γ -спектрометра, а в случае ^{133}Ba также и на установке, собранной на базе двух сцинтилляционных спектрометров. На рис. 2 показаны временные распределения, из которых определялись времена жизни уровней 26 и 195 кэВ в ^{131}La . Определены периоды полураспада следующих уровней:

^{131}La уровень 26 кэВ - $T_{1/2} = (0,05 \pm 0,05)$ нс
 ^{131}La уровень 195 кэВ - $T_{1/2} = (0,20 \pm 0,05)$ нс
 ^{131}Ba уровень 108 кэВ - $T_{1/2} = (0,35 \pm 0,05)$ нс
 ^{133}Ba уровень 12 кэВ - $T_{1/2} = (6,8 \pm 0,4)$ нс.

Время жизни уровня 12 кэВ в ^{133}Ba до нас измерялось дважды. Были получены значения: 8,1(20) нс Таном и др. и 17,8(2) нс в работе Като и Майно. Наши значения в пределах ошибок совпадали с первым. Мы провели дополнительные исследования в более строгой постановке. Изучались совпадения γ -лучей с электронами внутренней конверсии в M-оболочке перехода 12 кэВ, выделенными магнитным β -спектрометром. Анализ спектра совпадений γ - 12 кэВ дал значение $T_{1/2} = 7,3(5)$ нс, совпадающее с результатом Тана и др. и нашим первым результатом. Учитывая, что Като и Майно проводили измерения γ - γ -совпадений с двумя сцинтилляционными NaI(Tl)-детекторами и практическую невозможность четко выделить в этих условиях фотоны

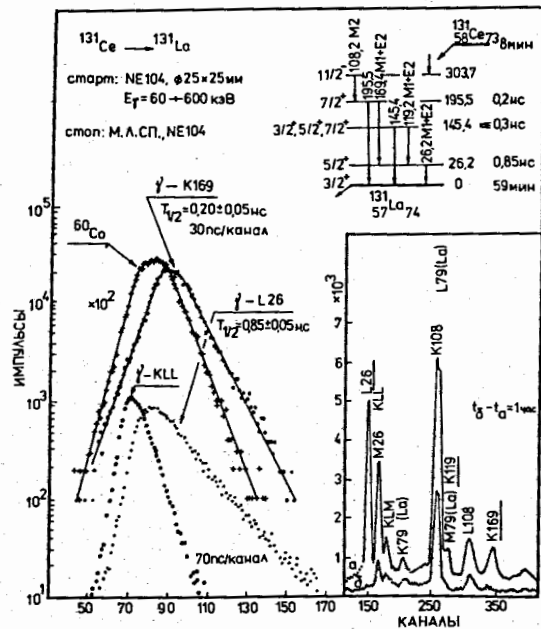


Рис. 2. Временные распределения $e-\gamma$ -совпадений, измеренные при распаде $^{131}\text{Ce} \rightarrow ^{131}\text{La}$. Фрагменты схемы распада $^{131}\text{Ce} \rightarrow ^{131}\text{La}$. Участок спектра ЭВК ^{131}Ce и ^{131}La .

перехода 12 кэВ, мы сделали вывод о том, что их результат ошибочен. Средневзвешенное значение для $T_{I/2}$ уровня 12 кэВ в ^{133}Ba принимаем равным $T_{I/2} = 7,0(3)$ нс.

В рамках квазичастично-фононной модели, развитой в группе проф. В.Г. Соловьева в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ, мы рассчитали спектры возбужденных состояний ядер ^{131}Ba , ^{133}Ba и ^{131}La и вероятности электромагнитных переходов в этих ядрах. Сравнение полученных в этих расчетах и экспериментальных значений энергии уровней показывает (рис. 3), что удовлетворительное согласие наблюдается только для трех-четырёх нижайших состояний. Для более высоких уровней согласие расчета с экспериментом только в последовательности расположения уровней с теми же спином и четностью. Показано, что для более удовлетворительного описания экспериментально наблюдаемого энергетического спектра уровней рассматриваемых ядер необходимо включать в волновую функцию, описывающую состояния нечетных сферических

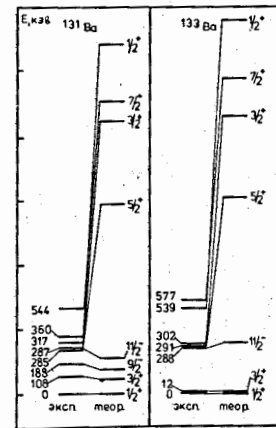


Рис. 3. Сравнение рассчитанных и экспериментальных значений энергий уровней в ядрах ^{131}Ba и ^{133}Ba .

ядер, более сложные (многочисленные) компоненты и учитывать ангармоничность колебаний четно-четного остова. Расчеты вероятностей электромагнитных переходов, разряжающих первое возбужденное состояние в рассматриваемых ядрах, показали, что в рамках использованной модели нельзя объяснить снятие η -запрета MI-переходов.

По известным к 1 ноября 1980 г. экспериментальным данным составлена систематика величин вероятностей η -запрещенных MI-переходов типа $p,n(2s_{1/2} \rightarrow 1d_{3/2})$ в области ядер $A=25-50$ и дополнена имевшаяся систематика переходов типа $p,n(1g_{7/2} \rightarrow 2d_{5/2})$ и $p,n(2d_{3/2} \rightarrow 3s_{1/2})$ в области ядер с $A=100-150$ и $190-210$ (рис. 4). Отчетливо прослеживаются оболочечные эффекты: величины $B(M1, \Delta l=2)$ монотонно убывают по мере приближения к ядрам с полностью заполненными нуклонными оболочками.

В третьей главе описаны результаты наших исследований свойств возбужденных состояний ядер тулия с $A=161, 163, 165, 167$. На основе исследований спектров γ -лучей и электронов внутренней конверсии, спектров $\gamma-\gamma$ -т и $e-\gamma$ -совпадений предложена существенно более полная схема распада $^{161}\text{Yb} \rightarrow ^{161}\text{Tm}$ (рис. 5). Измерены времена жизни следующих возбужденных состояний:

$$\begin{aligned}
 ^{161}\text{Tm} \text{ уровень } 78 \text{ кэВ} & \quad T_{I/2} = (112 \pm 5) \text{ нс}, \\
 ^{163}\text{Tm} \text{ уровень } 13 \text{ кэВ} & \quad T_{I/2} \leq 0,9 \text{ нс}, \\
 & \quad \text{уровень } 136 \text{ кэВ} \quad T_{I/2} = (0,06 \pm 0,01) \text{ нс}, \\
 & \quad \text{уровень } 145 \text{ кэВ} \quad T_{I/2} = (0,110 \pm 0,025) \text{ нс},
 \end{aligned}$$

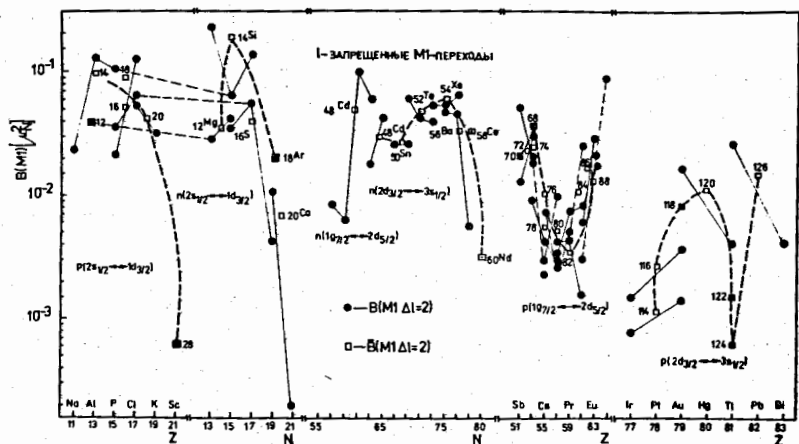


Рис. 4. Систематика вероятностей ℓ -запрещенных M1-переходов в области ядер с $A=25+50$, $100+150$, $190+210$.

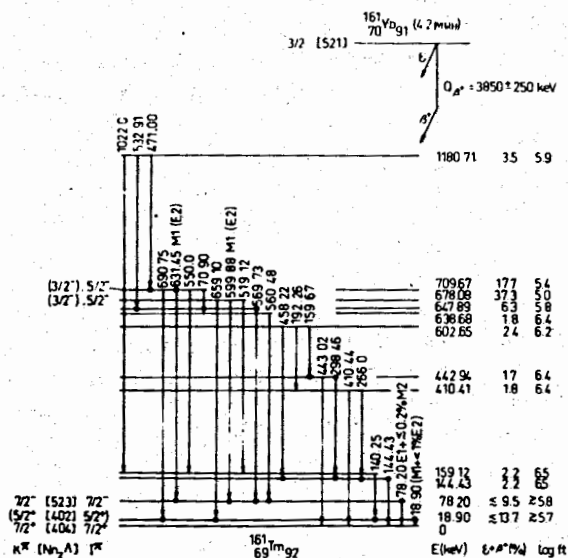


Рис. 5. Схема распада $^{161}\text{Yb} \rightarrow ^{161}\text{Tm}$.

^{165}Tm уровень II кэВ $T_{1/2} = (0,75 \pm 0,05)$ нс,
 уровень I29 кэВ $T_{1/2} \leq 0,2$ нс,
 уровень I59 кэВ $T_{1/2} \leq 0,3$ нс,
 ^{167}Tm уровень IO кэВ $T_{1/2} = (0,95 \pm 0,05)$ нс,
 уровень II6 кэВ $T_{1/2} \leq 0,1$ нс.

На рис. 6 для примера приведены положения центров тяжести временных распределений γ -лучей изобары $A = 165$, зарегистрированных спцинтилляционным детектором, в совпадениях с участками фона и фотопиками спектра, измеренного с помощью Ge(Li)-детектора на установке трехмерных γ - γ -совпадений. Реперные точки для проведения "нулевой" линии получены по центрам тяжести временных распределений для γ -переходов, связанных с уровнями I20, I32 и I74 кэВ в ^{165}Yb , I58 кэВ в ^{165}Tm и 242 кэВ в ^{165}Er , времена жизни которых были

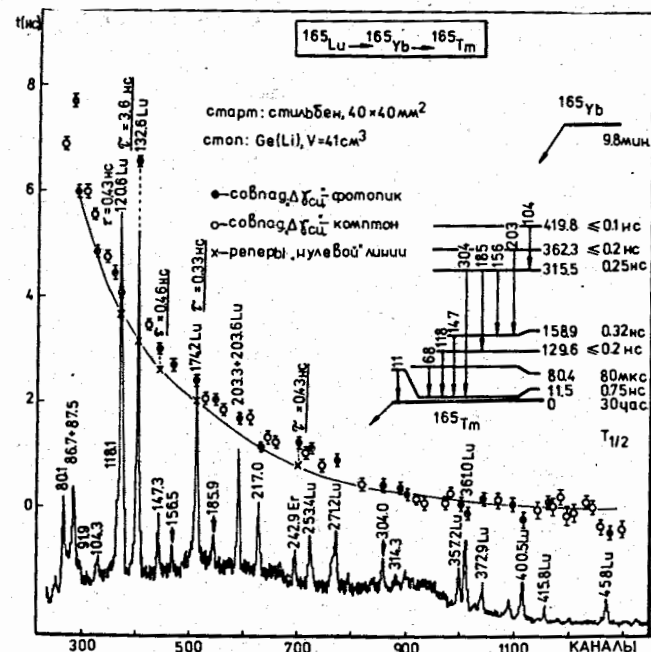


Рис. 6. Центры тяжести временных распределений совпадений γ -лучей с "окном" $\Delta\gamma_{\text{сц}} (E > 80 \text{ кэВ})$. Гамма-спектр, измеренный с помощью Ge(Li)-детектора. Фрагмент схемы распада $^{165}\text{Yb} \rightarrow ^{165}\text{Tm}$.

ранее известны. Анализируя положения центров тяжести совпадений с γ -лучами 118 кэВ, 156 кэВ, 185 кэВ, 304 кэВ, 203 кэВ и 104 кэВ и учитывая вклады от совпадений с фотопиками близких энергий, мы получили приведенные выше времена жизни уровней в ядре ^{169}Tm .

Четвертая глава включает в себя расчеты свойств нечетно-протонных ядер тулия на основе полумикроскопических моделей и сравнение экспериментальных и расчетных данных. Проведены расчеты равновесных деформаций ядра по методу оболочечной поправки Струтинского, энергий одноквазичастичных состояний с учетом взаимодействия квазичастица плюс фонон, свойств вращательных состояний с учетом взаимодействия Кориолиса. На основе полученных результатов рассчитывались приведенные вероятности MI-, E2- и E1-переходов и сравнивались с экспериментальными данными. Расчеты равновесных деформаций выполнены с использованием потенциала Вудса-Саксона.

На рис. 7 проводится сравнение результатов расчетов энергий одноквазичастичных состояний с экспериментом. Расчет энергий одно-

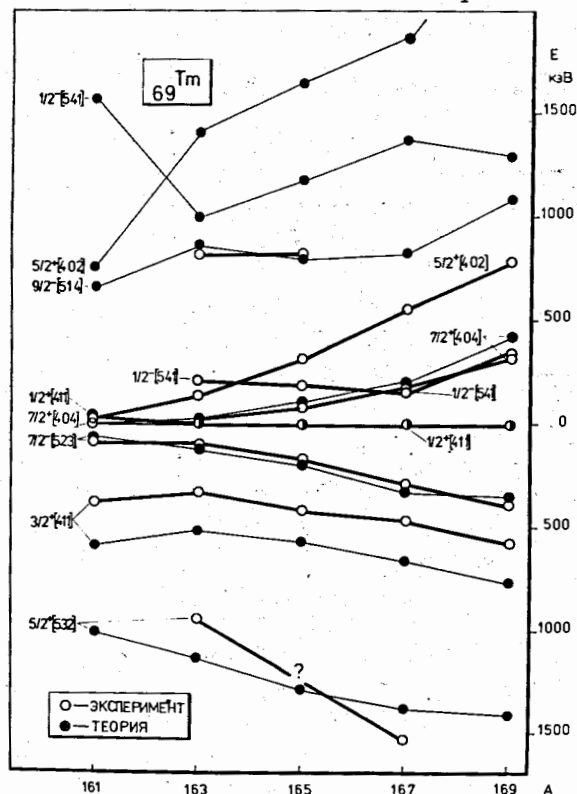


Рис. 7. Сравнение рассчитанных одноквазичастичных энергий с экспериментальными значениями.

квазичастичных состояний изотопов тулия выполнен нами в рамках модели независимых квазичастиц, учитывающей парные корреляции сверхпроводящего типа. Наблюдается неплохое качественное согласие. В то же время заметны значительные отклонения для таких состояний, как $1/2^- [541]$, $5/2^+ [402]$ и $3/2^+ [411]$. Указанные отклонения следует объяснить простотой модели независимых квазичастиц, не учитывающей остаточные взаимодействия типа квазичастица плюс фонон, а также изменения деформации при переходе между одноквазичастичными состояниями. С целью уменьшить расхождения мы провели расчеты по модели независимых квазичастиц с учетом взаимодействия квазичастиц с фононами. Было получено лучшее согласие, а именно состояние $1/2^- [541]$ понизилось в среднем на 300 кэВ, $5/2^+ [402]$ - на 750 кэВ, $3/2^+ [411]$ - на 70 кэВ. Приведены результаты расчетов структурных уровней в рамках модели, учитывающей взаимодействие квазичастиц с фононами.

На рис. 8 представлены все имеющиеся в настоящее время сведения об уровнях вращательных полос для ядер тулия с нечетным A от

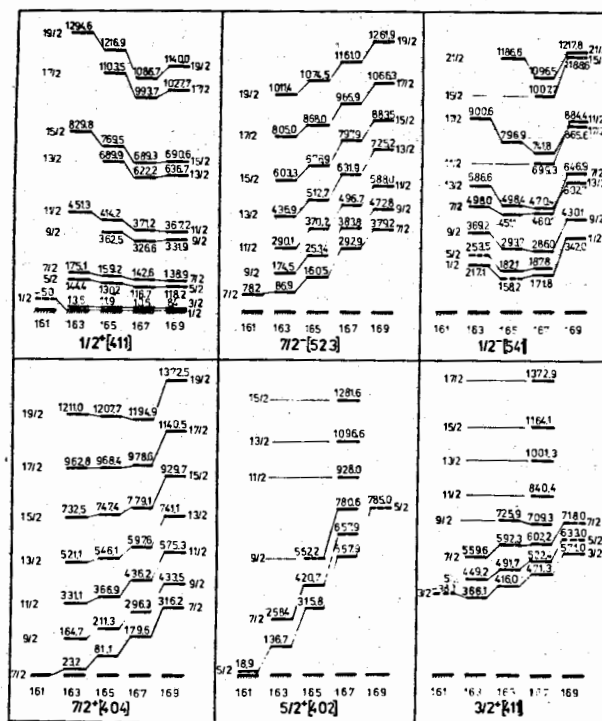


Рис. 8. Систематика свойств одноквазичастичных уровней в нечетных изотопах тулия с $A = I6I+I69$.

Таблица

Приведенные вероятности электромагнитных переходов в нечетных изотопах тулия с $A = I6I + I67$

E _γ (кэВ) T(ΔT) _{1/2} (с)	E _γ (кэВ)	2I2K ^π _{нч.конеч.}		6I δ ₂ 6I+1	α(Δα) _{ном.}	B(6I)ΔE _{нч.}	F _w	F(M1)			F(E2)	F(E1)
		нац. сост.	конеч. сост.					0 _R	0 ₂₀	0 ₃₀		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
161Tm												
78.20 1.12(05)-7	78.20	77 ⁺ 523	77 ⁺ 404	E1	6.58-1	5.01(27)-8	3.965					2.28
163Tm												
15.51 4.9.0-10	15.53	51 ⁺ 411	11 ⁺ 411	M1 -2.0-3 E2	2.660(18)+2	36.64(37)-2 31.030(63)	42.741 45.1-3	2.7	2.9	3.0		9.64-1
86.95 3.8(1)-7	86.62	77 ⁺ 523	77 ⁺ 404	E1 42.0-3 E2	1.420(82)	1.96(16)-8 1.07(28)	1.046 4.6-1					6.12
136.70 6.0(1)-11	136.70 125.21	55 ⁺ 402	11 ⁺ 411 31 ⁺ 411	E2 M1 45.0-2 E2	9.77-1 1.7500(15)	0.78(28) 1.130(36)-1	7.0-3 1.641	0.9	0.9	0.9		1.40-1
144.40 1.10(25)-10	144.40 130.96	51 ⁺ 411	11 ⁺ 411 31 ⁺ 411	E2 M1 41.0-1 E2	8.04-1 1.4400(13)-3	0.79(38) 3.30(21)-2	7.4-3 5.441	7.4	6.7	6.0		1.17
	7.68		33 ⁺ 413	M1	2.46+2	3.94(95)-1 0.87(29)	1.4-2 2.1	0.30	0.25	0.23		1.40-3
165Tm												
11.51 7.5(5)-10	11.60	51 ⁺ 411	11 ⁺ 411	M1 41.0-3 E2	3.95(42)+2	87(11)-9 0.94(48)	2.1+1 5.7-3	1.90	2.06	2.23		1.08
80.37 8.0(30)-5	68.86	77 ⁺ 404	31 ⁺ 411	E2	1.37+1	3.07(17)-5	1.742					1.15
129.82 2.0(5)-10	129.58 118.06	51 ⁺ 411	11 ⁺ 411 31 ⁺ 411	E2 M1	1.19 1.99	0.98(11) 3.59(30)-2	1.4-2 5.0+1					2.8

I6I до I69. Рассчитанные нами энергии уровней вращательных полос состояний положительной и отрицательной четности сравнены с экспериментальными. Были рассчитаны также амплитуды смешивания вращательных полос.

В таблице представлены результаты вычислений вероятностей электромагнитных переходов с использованием измеренных нами периодов полураспада возбужденных состояний ядер Tm с $A = I6I, I63, I65, I67$, а также известных ранее периодов полураспада уровней в тех же ядрах. В этой же таблице приведены значения факторов задержки γ -переходов по Вайскопфу и значения факторов задержки, вычисленные в рамках неадиабатической модели Н.И.Пятова. Рассчитаны также магнитные моменты ряда возбужденных состояний ядер тулия. На основе полученных величин вероятностей E2-переходов вычислены внутренние квадрупольные моменты ряда уровней ядер тулия. Разности (коллективного и одночастичного) гиромагнитных отношений вычислены с использованием полученных значений вероятностей M1-переходов для полос основных состояний ядер тулия. В поведении приведенных вероятностей E1-переходов между состояниями $7/2^- [523] \leftrightarrow 7/2^+ [404]$ в ядрах Tm ранее Андрейчевым был обнаружен минимум при $A=I65$. На основе наших расчетов этот факт следует связать с поведением фактора спаривания.

Расчет вероятностей $\Delta K = 3$ запрещенных E1-переходов типа $7/2^- [523] \leftrightarrow 5/2^- [411]$ и $7/2^- [523] \leftrightarrow 7/2^- [411]$ в рамках неадиабатической модели хорошо согласуется с экспериментальными значениями, что показывает на важную роль небольших примесей к волновой функции конечного состояния.

В заключении перечислены основные результаты работы, которые сводятся к следующему:

1. При участии автора создан комплекс современных установок, позволяющий проводить при радиоактивном распаде короткоживущих ядер измерения времен жизни возбужденных состояний в диапазоне времен и энергий $\sim 10^{-11} + 10^{-6}$ с и $\sim 5 + 1000$ кэВ, соответственно.

2. Временные измерения позволили впервые установить времена жизни $T_{1/2}$ для уровней 108 кэВ в ^{131}Ba , 26 и 195 кэВ в ^{131}La , 136 и 144 кэВ в ^{163}Tm , 11 и 315 кэВ в ^{165}Tm , 10 кэВ в ^{167}Tm ; существенно уточнить значения $T_{1/2}$ для уровней 12 кэВ в ^{133}Ba и 78 кэВ в ^{161}Tm ; оценены верхние пределы $T_{1/2}$ для уровней 13 кэВ в ^{163}Tm , 129, 159 кэВ в ^{165}Tm и 116 кэВ в ^{167}Tm .

3. При исследовании распада $^{161}\text{Yb} \rightarrow ^{161}\text{Tm}$ было обнаружено 68 гамма-переходов, для 5 из них определены типы мультипольностей,

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
158.95 3.22(20)-10	29.51 147.29	71 ⁺ 411	51 ⁺ 411 31 ⁺ 411	M1 E2	1.92 7.49-1	1.21(26)-1 0.72(18)	1.561 7.4-3	1.70	1.81	1.92		2.01
160.47 9.0(5)-6	30.80 40.11	77 ⁺ 523	51 ⁺ 411 77 ⁺ 404	E1 E1	1.54 5.99-1	2.20(29)-9 3.96(32)-10	8.946 4.947					0.40 6.4+2
167Tm												
10.40 9.5(5)-10	10.40	51 ⁺ 411	11 ⁺ 411	M1 41.0-3 E2	5.62+2	6.58(35)-2 8.45(46)-1	2.741 6.3-3	2.57	2.64	2.73		
116.57 6.6(7)-11	106.11 116.57	51 ⁺ 411	31 ⁺ 411 11 ⁺ 411	M1 E2	2.700(04) 1.75	1.23(13)-1 1.22(14)	1.541 4.5-3	1.70	1.70	1.82		4.5-2 1.4-2
142.40 3.43(15)-10	25.83 131.99	71 ⁺ 411	51 ⁺ 411 31 ⁺ 411	M1 E2	2.79+1 1.11	4.11(8)-3 1.58(16)	4.2+1 5.4-3	4.87	5.03	5.19		1.6-2
179.46 1.16(6)-6	37.05 62.90	77 ⁺ 404	71 ⁺ 411 51 ⁺ 411	M1 E2	3.02(25)+1	6.39(32)-7 6.35(33)-5	2.846 8.6+1	55.5	42.1	42.2		2.0-2
	169.04		51 ⁺ 411	M1	1.24000(33)+1	9.91(54)-6	1.845	0.73	0.65	0.59		2.4-1
			31 ⁺ 411	E2	4.63-1	1.79(18)-6	3.043					5.1-1
292.79 9.0(1)-7	105.19 113.32 150.40 176.23	77 ⁺ 523	51 ⁺ 411 77 ⁺ 404 31 ⁺ 411 51 ⁺ 411	M1 E1 E1 E1	2.77 2.52-1 1.17-1 7.16-1	54(74)-8 1.69(20)-9 5.17(61)-13 1.64(20)-10	3.346 1.247 3.8410 1.248	2.81	2.72	2.62		2.02-2 4.7 0.99

предложена схема распада, включающая в себя 12 возбужденных уровней и 22 гамма-перехода.

4. В рамках квазичастично-фононной модели описаны свойства ядер ^{131}La , ^{133}Ba и ^{131}La : Получено удовлетворительное согласие теории с экспериментом для энергий возбужденных состояний изотопов Ba и вероятностей E2-переходов.

5. Проведена систематика вероятностей ℓ -запрещенных M1-переходов типа $p_n(2s_{1/2} \rightarrow 1d_{3/2})$, $p_n(1g_{7/2} \rightarrow 2d_{5/2})$ и $p_n(2d_{3/2} \rightarrow 3s_{1/2})$. Анализ этой систематики позволил показать возрастание значений $B(M1, \Delta \ell = 2)$ по мере удаления от ядер с полностью заполненными нуклонными оболочками, нарушение этой закономерности в случае ядер с заполненной протонной оболочкой и одной дыркой (или частицей) в заполненной нейтронной оболочке, различие роли нечетного протона и нейтрона в поляризации остова ядра.

6. В исследуемых ядрах Tm определены экспериментальные значения вероятностей χ -переходов. Анализ вероятностей внутривращательных E2- и M1-переходов позволил в адиабатическом приближении оценить значения внутренних квадрупольных моментов Q_0 и разности гиромагнитных отношений $|g_K - g_R|$.

7. Для нечетных изотопов Tm методом Струтинского рассчитаны равновесные значения квадрупольной и гексадекапольной деформаций. На основе этих данных с учетом квазичастично-фононного взаимодействия рассчитаны энергии одноквазичастичных состояний, а в рамках неадиабатической модели, учитывающей взаимодействие Кориолиса, рассчитана структура уровней вращательных полос, вероятности χ -переходов и магнитные моменты состояний. Проанализировано влияние указанных взаимодействий на энергии уровней и вероятности χ -переходов.

8. Проведена систематика свойств нечетных изотопов Tm и сравнение экспериментальных данных с теоретическими значениями.

Основные результаты исследований, содержащихся в настоящей диссертации, опубликованы в следующих работах:

1. Б.А.Аликов, Я.Ваврышук, З.В.Крумштейн, К.М.Муминов, Т.М.Муминов, Р.Р.Усманов, Ф.Ш.Хамраев, Г.Хемниц, Н.Н.Хованский "Установка для измерения времени жизни ядерных уровней на линии с ЭВМ" ИТЭ, §2 (1979), с.83-87.

2. Р.Ион-Михай, К.М.Муминов, Т.М.Муминов, Ф.Ш.Хамраев. "О точности методов обработки временных спектров". ОИЯИ, Р6-10829, Дубна, 1977.

3. В.Андрейчев, Н.З.Марупов, К.М.Муминов, Т.М.Муминов, Ф.Ш.Хамраев, Р.Р.Усманов. "Многомерный наносекундный анализ с использованием Ge(Li)-детектора". ОИЯИ, Р13-11312, Дубна, 1976.

4. И.Адам, А.В.Будзьяк, Э.Гонс, М.Гонусек, В.В.Кузнецов, Т.М.Муминов, К.М.Муминов, Ф.Пражак, Р.Р.Усманов, В.И.Чумин, М.Яхим. "Уровни ^{161}Tm , возбуждаемые при распаде ^{161}Yb ". ОИЯИ, Р6-12895, 1979.

5. М.Гонусек, Я.Липтак, К.М.Муминов, Т.М.Муминов, Ф.Пражак, Р.Р.Усманов, В.М.Цупко-Ситников. "Трехмерный амплитудно-временной анализ гамма-совпадений с применением полупроводниковых детекторов". В кн.: "Прикладная ядерная спектроскопия", вып. 10, М., Атомиздат (1981), с.53-71.

6. В.Андрейчев, Р.Бабаджанов, Г.Ю.Коровин, Н.А.Лебедев, Г.И.Лизурей, К.М.Муминов, Т.М.Муминов, Нгуен Конг Чанг, У.С.Салимбаев, А.Б.Халикулов. "Времена жизни возбужденных уровней ^{131}La ". ОИЯИ, Р6-12622, Дубна, 1979.

7. В.Андрейчев, Ж.Т.Желев, М.Еникова, К.М.Муминов, Т.М.Муминов, У.С.Салимбаев. " ℓ -запрещенные M1-переходы в ^{131}Ba и ^{133}Ba ". ЯФ, т.29, вып. 4 (1979), с.849-851.

8. Б.А.Аликов, Я.Ваврышук, Г.И.Лизурей, Н.З.Марупов, К.М.Муминов, Т.М.Муминов, У.С.Салимбаев, Р.Р.Усманов. "Времена жизни нижних возбужденных состояний $^{163,165,167}\text{Tm}$ ". ОИЯИ, Р6-80-364, Дубна, 1980.

9. Б.А.Аликов, К.М.Муминов, Р.Г.Назмитдинов, Чан Зуй Кхонг. "Низколежащие возбужденные состояния ^{131}La и $^{131,133}\text{Ba}$ в рамках квазичастично-фононной модели". ОИЯИ, Р4-81-180, Дубна, 1981.

10. W.Andrejtsheff, L.Zamick, N.Z.Marupov, K.M.Muminov, T.M.Muminov. "Core Polarization for ℓ -forbidden M1-Transitions in Light Nuclei". Nucl.Phys., A351 (1981), p.54-62.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 августа 1981 года.