

С 341.2

Г- 894



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

6 - 3807

К.Я.Громов

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ОСНОВНЫХ
И ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР ИЗОТОПОВ
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Специальность 055 - физика атомного ядра

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук

Дубна 1968

6 - 3807

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук С.А.Баранов
доктор физико-математических наук В.Г.Соловьев
доктор физико-математических наук Д.Л.Бродер

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Научно-исследовательский институт ядерной физики Московского государственного университета.

Автореферат разослан " " 1968 года

Защита диссертации состоится " " 1968 г. на заседании Ученого Совета Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Адрес: Дубна, Московской области, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория ядерных проблем.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ

Учёный секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

О.А.Займидорога

К.Я.Громов

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ОСНОВНЫХ
И ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР ИЗОТОПОВ
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Специальность 055 - физика атомного ядра

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

5364-69

Объединенный институт
ядерных исследований
ДУБНА

Большинство атомных ядер, за исключением самых легких, являются системами большого числа сильно взаимодействующих частиц. Это очень осложняет задачу построения теории ядра, которая, исходя из общих законов движения и взаимодействия частиц, составляющих ядро, объясняла бы физические свойства ядер. Развитие такой теории происходит сейчас, главным образом, на основании модельных представлений, когда, сделав определенные упрощающие предположения о силах, действующих в ядре, удается объяснить отдельные свойства ядер.

В этих условиях особую важность приобретают экспериментальные исследования структуры атомных ядер, совершенствование техники этих исследований, разработка новых методов возбуждения уровней в атомных ядрах, использование новых способов получения радиоактивных изотопов. Одним из таких способов являются реакции глубокого расщепления.

В середине пятидесятых годов, когда начинались исследования, описанные в диссертации, было показано, что в таблице изотопов существуют области, где ядра обладают равновесной деформацией формы. Эти ядра сразу же вызвали большой интерес физиков и в последующие годы очень интенсивно изучались. Диссертация посвящена исследованиям свойств деформированных ядер нейтрондефицитных изотопов редкоземельных элементов.

Диссертация состоит из четырех глав. В первой главе рассмотрены вопросы методики исследований. Во второй и третьей главах представлены основные результаты изучения схем рас-

пада семнадцати деформированных ядер редкоземельных элементов. Пять из них: ^{159}Er , ^{162}Yb , ^{162}Ta , ^{164}Yb , ^{164}Ta впервые получены в описываемой работе. В четвертой главе сделаны некоторые общие заключения, вытекающие из проведенных исследований.

1. Методы получения и исследования нейтрондефицитных изотопов редкоземельных элементов

Для получения нейтрондефицитных изотопов использовались реакции глубокого расщепления, происходящие при взаимодействии протонов с энергией 660–680 Мэв с танталовой мишенью. Протоны ускорялись на синхротроне Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований. Сравнение разных методов приготовления изотопов показывает, что использование реакций глубокого расщепления выгодно для получения нейтрондефицитных изотопов редкоземельных элементов с недостатком, по сравнению со стабильными изотопами, пяти и более нейтронов. Этим методом можно приготовить такие изотопы, которые трудно или невозможно получить другими методами.

Выделение редкоземельных элементов из облученной танталовой мишени производилось по методу, разработанному Б.К.Преображенским и др.^{1/} При этом из облученной танталовой мишени выделялись редкоземельные элементы с лантаном в качестве носителя. Разделение редкоземельных элементов выполнялось на ионообменной колонке. Используя генетические связи изотопов и производя повторные разделения, в ряде случаев удалось получить моноизотопные источники. Использовались новые радиохимические методы разделения изотопов и приготовления источников для спектрометров, разработанные в радиохимической группе ЛЯП В.А.Халкиным и др.

Высокая интенсивность пучка протонов на синхротроне ЛЯП ОИЯИ (до 2,5 мка) и совершенные радиохимические методы выделения изотопов из облученных мишеней позволили получать источники радиоактивных изотопов большей, как полной, так и удельной активности. Это дало возможность применить для исследования излучения изотопов магнитные бета-спектрометры высокого класса.

Для исследования спектров излучения, возникающего при радиоактивном распаде изотопов редких земель, в работе были использованы следующие приборы:

1. Бета-спектрографы с постоянным магнитным полем и регистрацией электронов на фотопластинку. Высокая разрешающая способность этих приборов ($\approx 0,04\%$) позволяла проводить анализ весьма сложных спектров конверсионных электронов. Это особенно важно для определения мультипольности гамма-переходов по относительным интенсивностям линий внутренней конверсии на L-подоболочке.

2. Для исследований спектров конверсионных электронов и позитронов короткоживущих изотопов (например, ^{164}Yb , $T_{1/2} = 72$ мин) был использован бета-спектрометр с однородным магнитным полем. Его разрешающая способность 0,4–0,5%; светосила $\approx 0,1\%$.

3. Бета-спектрометр с двойной фокусировкой пучка на угол $\sqrt{2}$. Разрешающая способность 0,13–0,3%, светосила до 0,2%.

4. Бета-спектрометр с трехкратной фокусировкой пучка электронов в однородном магнитном поле. Разрешающая способность прибора $\approx 1\%$, светосила $\approx 0,06\%$. Преимуществом этого прибора является низкий фон регистрирующей системы (около одного отсчета в час) и высокая степень очистки пучка частиц одного знака от рассеянных частиц другого знака (до 10^8). С помощью этого прибора обнаружен очень слабый по интенсивности позитронный распад нескольких ядер (например, ^{167}Yb , ^{181}Er).

5. Бета-спектрометр с двойной двукратной фокусировкой на угол $\pi\sqrt{2}$ имеет очень низкий фон регистрирующей системы (менее одного отсчета в сутки) при хороших основных спектрометрических характеристиках (разрешающая способность $\approx 0,2\%$, светосила $\approx 0,15\%$). С помощью этого спектрометра обнаружен ряд очень слабых по интенсивности конверсионных линий (до 10^{-8} на распад).

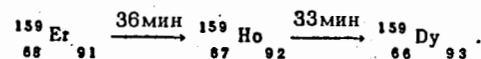
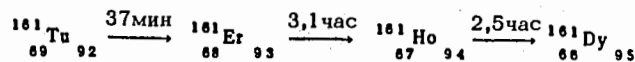
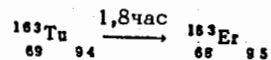
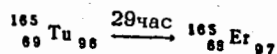
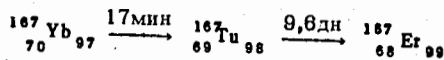
6. Сцинтилляционные гамма-спектрометры, использованные в работе, имели разрешающую способность 8-11% (при размерах кристаллов NaI до 10 см^3).

7. Полупроводниковые Ge(Li) гамма-спектрометры с разрешающей способностью 4-6 кэв на гамма-линии 1330 кэв ^{60}Co при чувствительном объеме детекторов ≈ 5 и $\approx 7,5 \text{ см}^3$.

8. Спектрометры для изучения спектров гамма-гамма и электрон-гамма совпадений, созданные на базе сцинтилляционных гамма-спектрометров и магнитно-линзового бета-спектрометра.

2. Исследования схем распада деформированных ядер редкоземельных элементов с нечетными массовыми числами

Во второй главе изложены основные результаты экспериментальных исследований радиоактивного распада следующих ядер:



Распада ^{167}Yb . Определены мультипольности всех известных ранее в этой схеме распада гамма-переходов. Эти данные подтверждают предложенную ранее схему распада ^{167}Yb (см., например, /2/). Обнаружено шесть новых гамма-переходов и позитроны с граничной энергией 650 кэв. Определены энергия распада $^{167}\text{Yb} - Q = (1960 \pm 30)$ кэв и период полураспада $T_{1/2} = (17,2 \pm 0,2)$ мин. Значение матричного элемента для бета-распада на уровень 292,7 кэв ^{167}Tm , вычисленное из этих данных, равно $\log ft = 4,54 \pm 0,07$. Столь низкое значение $\log ft$ определенно показывает, что основное состояние ^{167}Yb - типа $5/2^-$ (523), а уровень 292,9 кэв в ^{167}Tm - типа $7/2^-$ (523)^{3,4/}.

Распад ^{167}Tm . В результате изучения спектра конверсионных электронов и гамма-лучей ^{167}Tm установлено существование в ядре ^{167}Er изомерного уровня типа $1/2^-$ (521) с энергией 207,9 кэв и связанного с ним ротационного состояния $(3/2 \ 1/2^-$ (521), 265 кэв). Показано, что состояние с энергией 532 кэв в ядре ^{167}Er имеет в основном колебательную природу $((K=2) \ 7/2^+ (633))$ /5,6/.

Распад ^{165}Tm . На основе наших результатов изучения спектра конверсионных электронов ^{165}Tm /5,7,8/ и результатов исследования гамма-спектра в работе Куцаровой и др. /9/ определены мультипольности значительного числа гамма-переходов, возникающих в этом распаде. Эти данные позволили построить схему распада ^{165}Tm , включающую в себя ряд одностичных и связанных с ними ротационных уровней. Получены экспериментальные доказательства того, что некоторые из этих уровней содержат примесь колебательного состояния. Об этом свидетельствует, например, экспериментально измерен-

ное значение параметра развязки "а" для ротационной полосы состояния $1/2^-$ (521) с энергией 298 кэв, которое оказалось значительно меньше, чем это предсказывает модель Нильссона, и примерно совпадает с расчетами Соловьева и др. /10/, учитывающими примесь колебательных состояний.

Результаты наших работ /7,8,11/ совместно с данными /9,12/ позволили установить существование трехквaziчастичного состояния в ^{165}Er ($3/2^+$, 1428 кэв).

Распад ^{163}Tl . На основе изучения спектров конверсионных электронов и гамма-лучей /13,14/ построена схема распада ^{163}Tl (рис.1). Схемы распада ядер ^{163}Tl и ^{165}Tl и свойства уровней ядер ^{163}Er и ^{165}Er обнаруживают большое сходство. При распаде ^{163}Tl в ядре ^{163}Er возбуждаются два трехквaziчастичных уровня 1539 кэв ($3/2^+$) и 1804 кэв ($1/2^+$). Анализ полученных данных о гамма-лучах, разряжающих эти уровни, а также трехквaziчастичный уровень в ядре ^{165}Er , показывают, что к этим уровням примешаны октупольные вибрационные состояния, связанные с нижележащими одноквaziчастичными состояниями.

Распад ^{161}Tl . В результате изучения спектра конверсионных электронов ^{161}Tl построена схема распада, изображенная на рис.2 /15/.

Распад ^{161}Er . На основе исследований спектров конверсионных электронов, позитронов и гамма-лучей, возникающих при распаде этого ядра, предложена схема распада ^{161}Er /16,17/. Предполагается, что уровни 1895 и 1940 кэв в ядре ^{161}Ho имеют трехквaziчастичную природу.

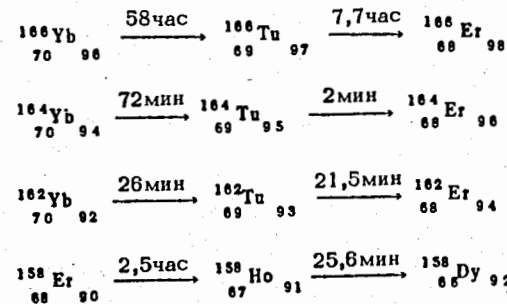
Распад ^{161}Ho . В результате изучения распада ^{161}Ho /18/ подтверждена предложенная ранее (см.2) схема распада, обнаружено несколько новых гамма-переходов, определена энергия распада и период полураспада ^{161}Ho .

Изотоп ^{159}Er обнаружен в этих исследованиях. Показано, что при распаде ^{159}Er возбуждается изомерный уровень типа $1/2^+$ (411) с энергией 205,9 кэв /19,20/.

Схема распада ^{159}Ho , построенная на основе данных о спектре конверсионных электронов этого ядра, изображена на рис.3 /19,20,21/.

3. Исследование схем распада деформированных ядер с четными массовыми числами

В третьей главе представлены основные результаты исследований радиоактивного распада следующих ядер:



Цепочка распадов $^{166}\text{Yb} \rightarrow ^{166}\text{Tl} \rightarrow ^{166}\text{Er}$ изучалась в наших работах /22,23,24,25/. В работе /25/ подведены итоги наших исследований спектров конверсионных электронов, позитронов, гамма-лучей и спектров гамма-гамма и электрон-гамма-совпадений. На основе этих данных и данных работы Жилича и др. /28/ построена схема распада ^{166}Tl (рис.4). При распаде ^{166}Tl возбуждаются уровни ротационной полосы основного состояния (2^+ , 4^+ , 6^+) и гамма-вибрационной полосы (2^+ , 3^+ , 4^+ , 5^+). Уровень 1458 кэв (2^-) имеет октупольный характер. Уровень 1528,2 кэв (2^+) является ротационным, связанным с состоянием типа 0^+ (1460 кэв), обнаруженным при распаде ^{166}Ho . При распаде ^{166}Tl уровень 0^+ (1460 кэв.) не возбуждается. Состояние 1571,8 кэв (4^-), а также ряд других высоковозбуждаемых состояний имеют двухквaziчастичную природу. Свойства уровня 2133,0 кэв (3^+) (низкое значение $\log ft$, см.рис.4) можно понять, только предположив (26), что этот уровень имеет четырехквaziчастичную природу.

Изотопы ^{164}Yb (75 мин) и ^{164}Tl (2 мин) впервые идентифицированы в работе /27/. Распад этих изотопов изучался в /28-32/. Установлено, что распад ^{164}Yb происходит главным образом ($\approx 90\%$) в основное состояние ^{164}Tl ($a\alpha$ - бета-переход); слабо возбуждается ротационный уровень основного состояния (37,5 кэв); возникает еще несколько весьма слабых гамма-переходов. Основная часть (80%) распадов ^{164}Tl (рис.5) также происходит на уровни 0^+ и 2^+ вращательной полосы основного состояния ^{164}Er . Возбуждается ряд более высоких состояний: гамма-вibrационное состояние - 860,6 кэв (2^+2), октупольное vibrационное состояние - 1386 кэв (1^-0) ^{164}Er . Особенно интересны пять возбужденных состояний типа 0^+ . Отметим здесь, что бета-распад ^{164}Yb и ^{164}Tl в других лабораториях практически не изучался. Отдельные полученные нами результаты подтверждены при исследовании ядерных реакций.

Изотопы ^{162}Yb (≈ 26 мин) и ^{162}Tl (21,5 мин) впервые обнаружены в нашей работе /33/. Показано, что при распаде ^{162}Tl возникают гамма-переходы между уровнями ротационной полосы основного состояния ядра ^{162}Er : 102,0 кэв ($2+0$) и 337,5 кэв ($4+0$), и позитроны с граничными энергиями спектра 3,82; 2,3 и 0,9 Мэв. Высказаны предположения о схеме распада этих изотопов.

Цепочка распада $^{158}\text{Er} \rightarrow ^{158}\text{Ho} \rightarrow ^{158}\text{Dy}$. Изотопы ^{158}Er и ^{158}Ho были обнаружены Днепровским и др. (см.2) среди продуктов реакции глубокого отщепления тантала, облученного протонами на синхроциклотроне в Дубне. Результаты изучения спектров конверсионных электронов этих изотопов, полученные в работах Днепровского и в нашей работе /16/, а также данные, полученные нами в 1966-67 гг. /34/, позволили построить схему распада этих изотопов. При распаде ^{158}Er возбуждается изомерный уровень ядра ^{158}Ho с энергией 67,2 кэв (2^- , $T_{1/2} = 25,6$ мин), а также уровни с энергией 139,1; 425,4 и 454,1 кэв. Возбужденные уровни ядра ^{158}Dy заселяются как при распаде изомерного состояния (2^-), так и при распаде основного сос-

стояния ^{158}Ho (5^+ , $T_{1/2} = 11,5$ мин). Возбуждаются уровни ротационных полос основного состояния ^{158}Dy (2^+ , 4^+ , 6^+) и гамма-вibrационного состояния (2^+ , 4^+ , 3^+ , 5^+ , 6^+). При распаде основного состояния ^{158}Ho интенсивно заселяется двухнейтронный уровень с энергией 1894,6 кэв (4^+) ($a\alpha$ - бета-переход).

4. Одночастичные и коллективные состояния деформированных ядер редкоземельных элементов

В четвертой главе диссертации рассмотрены некоторые общие заключения, вытекающие из проведенных исследований. Анализ полученных экспериментальных данных и сравнение их с теорией проводились в цитированных выше наших работах /35,36,37/.

Свойства обнаруженных и изученных в этой работе одночастичных уровней удовлетворительно описываются на основе представлений обобщенной модели ядра (схемы уровней Нильссона). Схемы Нильссона в основном правильно предсказывают спины и четность основных и возбужденных (с энергией до нескольких сот кэв) состояний в ядрах с нечетными массовыми числами.

Систематизированы известные экспериментальные значения матричных элементов ($\log ft_{\beta}$) для разрешенных незадержанных ($a\alpha$), разрешенных задержанных ($a\beta$) и первого запрещения незадержанных (β) бета-переходов в деформированных ядрах с нечетными массовыми числами в редкоземельной области. Результаты систематики значений матричных элементов для бета-переходов позволяют сделать следующие заключения. Учет парных корреляций в сверхтекучей модели позволяет объяснить относительно низкие значения $\log ft_{\beta}$ для большой группы бета-переходов, запрещенных в модели независимых частиц. Вместе с тем учет поправок сверхтекучей модели существенно не изменяет разброса значений $\log ft_{\beta}$. Это, по-видимому, связано с тем, что сверхтекучая модель использу-

ет усредненные параметры для описания всей группы редкоземельных деформированных ядер. Значения $\log ft_{\beta}$ для разрешенных незадержанных бета-переходов четко выделяются в отдельную группу, ограниченную пределами $4,6 < \log ft_{\beta} < 4,8$. Это показывает, что обобщенная модель в основном правильно описывает эти переходы. Этот вывод полезен для анализа экспериментальных данных и использован в этой работе для надежного установления структуры ряда состояний изученных ядер, как с нечетными, так и с четными массовыми числами.

Рассмотрены коллективные возбужденные состояния деформированных ядер с нечетными массовыми числами ^{136/}. Показано, что по крайней мере на первом этапе поисков и исследования коллективных колебательных состояний в нечетных ядрах можно было использовать признаки состояний коллективной природы, основанные на предположении об отсутствии связи между колебательными и одночастичными состояниями, и аналогичные свойствам колебательных состояний в четно-четных ядрах. Так, уровень 532 кэв ($3/2^+$) в ядре ¹⁶⁷Er, природа которого установлена в настоящей работе, проявляет в основном коллективные свойства. Наряду с этим получены экспериментальные доказательства заметной примеси колебательных состояний к одночастичным (см. обсуждавшиеся выше состояния типа $1/2^-$ (521) в ядрах ¹⁶⁶Er ¹⁶³Er).

На примере изученных в работе ядер ¹⁶⁶Dy, ¹⁶⁴Er и ¹⁶⁶Er показано, что обобщенная модель ядра Бора-Моттельсона непригодна для описания энергий уровней ротационных полос основного и гамма-вибрационного состояний четно-четных ядер. Лучшее описывает энергии этих уровней неадиабатическая теория вращательно-вибрационных уровней (модель Давыдова-Чабана).

Проанализированы экспериментальные сведения об уровнях типа 0^+ в изученных в данной работе ядрах ¹⁶⁴Er и ¹⁶⁶Er. Результаты анализа свидетельствуют о том, что число уровней типа 0^+ в четно-четных ядрах больше и свойства их более разнообразны, чем это предсказывает обобщенная модель ядра и

модель неаксиального ядра. Экспериментально наблюдаемые свойства этих уровней: вероятности бета-переходов на уровни типа 0^+ и величины параметра X (отношение приведенных вероятностей $E0$ и $E2$ - переходов с этих уровней) неплохо объясняются сверхтекучей моделью.

Основные результаты исследований изложены в работах /3-8,11,13-25,27-37/. Полученные результаты докладывались на Всесоюзных совещаниях по ядерной спектроскопии и структуре ядра в 1958-67г.г., на рабочих совещаниях по ядерной спектроскопии и теории ядра в Дубне в 1958-67 г.г., на международном конгрессе по ядерной физике в Париже в 1964г., на Гордоновской конференции в США в 1965 г. и на международной конференции по структуре ядра в Токио в 1967 г.

Л и т е р а т у р а

1. Б.К.Преображенский, А.В.Калямин, Д.И.Лилова, А.Н.Доброправова, Е.Д.Тетерин. Журнал аналитической химии 1.10. 1094 (1956).
2. Б.С.Джелепов, Л.К.Пекер, В.О.Сергеев. Схемы распада радиоактивных ядер $A \geq 100$. Изд. АН СССР 1963г.
3. Ван Чуан-пэн, К.Я.Громов, Ж.Желев, В.В.Кузнецов, Ма Хо Ик, Г.Музиоль, А.Ф.Новгородов, Хань Шу-жунь, В.А.Халкин. Изв. АН СССР сер. физ. 28, 252 (1964).
4. К.Я.Громов, А.С.Данагулян, А.Т.Стригачев, В.С.Шпинель. Ядерная физика 1, 389 (1965).
5. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Б.К.Преображенский. Изв. АН СССР (сер.физ.) 21, 918 (1957).
6. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, В.Звольска, И.Звольский, Н.А.Лебедев, Я.Урбанец. Изв. АН СССР сер.физ. 26, 1019 (1962).
7. Ган Мэн-хуэ, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, В.Звольска, И.Звольски. Изв. АН СССР, сер.физ. 25. 1092 (1961).
8. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, В.Звольска, И.Звольский, А.В.Зо-

- лотавин, Л.Л.Пелекис, Э.Э.Пелекис. Изв. АН СССР сер.физ. 27, 195 (1963).
9. Т.Куцарова, В.Звольска, М.Вейс. Изв. АН СССР сер.физ. 32, 1968.
 10. В.Г.Соловьев, П.Фогель, Г.Юнгклаусен. Изв. АН СССР сер. физ. 41, №4 (1967).
 11. Н.А.Бонч-Осмоловская, Ван Чан-жу, К.Я.Громов. Препринт ОИЯИ Р-2239 (1956); Nucl.Phys. 81, 225 (1966).
 12. Z.Preibisz et al. Phys.Lett., 14, 206 (1965).
 13. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, В.Звольски, И.Звольский, В.Г.Калинников. Изв. АН СССР сер.физ. 27, 182 (1963).
 14. В.Гнаатович, К.Я.Громов, М.Фингер, Я.Врзал, Я.Липтак, Я.Урбанец. Изв. ПАН СССР сер.физ. 31, №4 (1967).
 15. А.А.Абдуразаков, А.А.Абдумаликов, К.Я.Громов. Изв. АН СССР сер.физ. 28, 257 (1964).
 16. А.А.Абдуразаков, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, В.А.Халкин. Изв. АН СССР сер.физ. 25, 1096 (1961).
 17. К.Я.Громов, Ж.Т.Желев, В.Звольска, В.Г.Калинников. Препринт ОИЯИ Р-1852, Дубна (1964); Ядерная физика, 2, 781 (1965).
 18. А.А.Абдуразаков, К.Я.Громов и др. Ядерная физика т.1, 951 (1965).
 19. А.А.Абдуразаков, А.А.Абдуразакова, К.Я.Громов, Г.Я.Умаров. ЖЭТФ 41, 1729 (1961).
 20. А.А.Абдумаликов, А.А.Абдуразаков, К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов, Г.Я.Умаров. Изв. АН Узб. ССР сер.физ.мат. №2, стр.43 (1964).
 21. К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов. Ядерная физика 4, 1102 (1966).
 22. В.Брабек, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, А.Дмитриев, В.Морозов. АН СССР сер.физ. т.23, 812 (1959).
 23. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, В.Н.Покровский. Изв.АН СССР сер.физ. т.23, 821 (1959).
 24. Е.П.Григорьев, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Ж.Желев, В.Звольска, И.Звольский. Изв.АН СССР сер.физ.25, 1217 (1961).

25. А.А.Абдумаликов, И.Адам, Я.Врзал, В.Гнаатович, К.Я.Громов, М.Кузнецова, В.Кузнецов, Я.Липтак, В.Морозов, Г.Музиоль, Я.Урбанец, М.Фингер, В.Чумин. Препринт ОИЯИ Р6-3343, Дубна (1967).
26. J.Zylicz et al. Nucl. Phys., 81, 88 (1966).
27. А.А.Абдуразаков, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Ю.В.Норсеев, К.Я.Умаров, В.Г.Чумин. Препринт ОИЯИ Р-475, Дубна 1959; Изв. АН СССР сер.физ. 24, 278 (1960).
28. А.А.Абдуразаков, К.Я.Громов, Б.Далхсурен, Б.С.Джелепов, И.Ю.Левенберг, А.И.Мурин, Ю.В.Норсеев, В.Н.Покровский, В.Г.Чумин, И.А.Ютландов. Препринт ОИЯИ Р-493, Дубна 1960; Nucl. Phys. 21, 164 (1960).
29. К.Я.Громов, Ж.Т.Желев, Л.Н.Никитюк, В.Г.Чумин. Программа и тезисы докладов 12 ежегодного совещания по ядерной спектроскопии. Ленинград Изд.АН СССР стр. 42 (1961).
30. А.С.Басина, Г.Бэдикэ, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, В.А.Морозов, А.Ф.Новгородов. Яд.физ. 2, вып.2, 204 (1965).
31. А.А.Абдуразаков, А.А.Абдумаликов, В.Гнаатович, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов. Изв. АН Узб. ССР сер.физ.мат. №6,56 (1966).
32. Я.Врзал, К.Я.Громов, Я.Липтак, Ф.Молнар, В.А.Морозов, Я.Урбанец, В.Г.Чумин. Препринт ОИЯИ Р-2820, Дубна, 1966. Изв. АН СССР сер.физ. 31, 604 (1967).
33. А.А.Абдуразаков, А.А.Абдумаликов, К.Я.Громов, Ж.Желев, Н.Лебедев, Б.С.Джелепов, А.Кудрявцева. Phys.Lett. 5, 359 (1963).
34. К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов. Препринт ОИЯИ Р-3241, Дубна, 1967.
35. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов. Препринт ОИЯИ 475, Дубна, 1959.
36. В.Гнаатович, К.Я.Громов. Препринт ОИЯИ Р-2086, 1965; Яд.физ. 3, 8 (1966).
37. К.Я.Громов в книге "Структура сложных ядер." стр.310 Атомиздат Москва.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 апреля 1967 года.

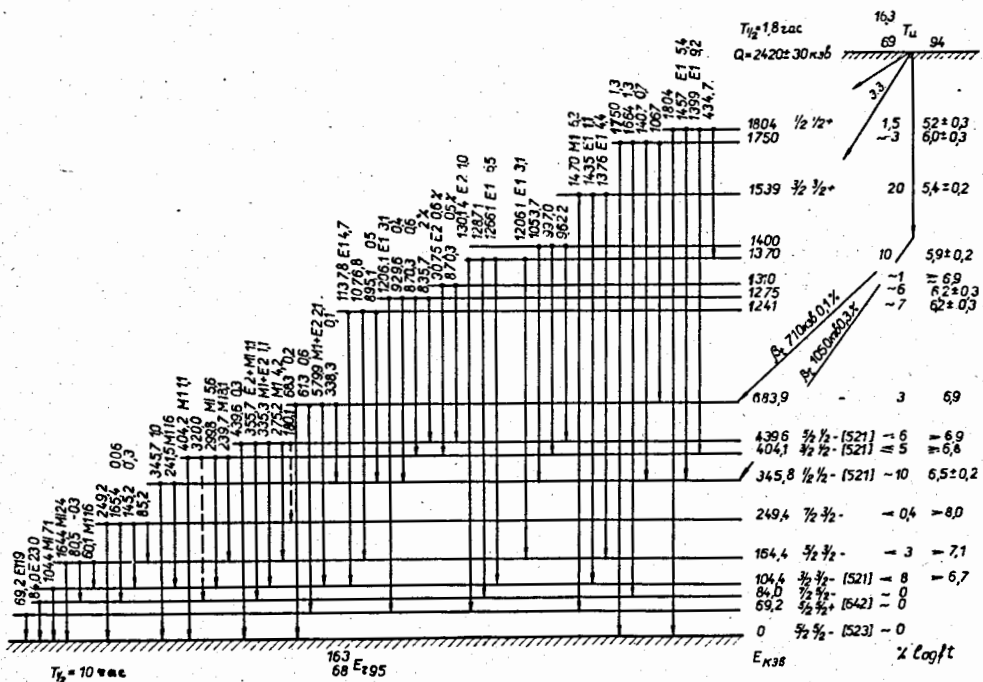


Рис.1. Схема распада ^{183}Tl . Справа указаны: энергии уровней ^{183}Eg , квантовые характеристики уровней, интенсивность электронного захвата и бета-распада на соответствующий уровень в % на распад ^{183}Tl и величина матричного элемента для бета-распада ($\log ft$). В схеме у стрелок, обозначающих гамма-переходы, приведены энергии гамма-переходов, их мультипольности и полные интенсивности гамма-переходов.

Уровни 1539 кэВ и 1804 кэВ имеют трехквасичастичную природу:

$$1539 \text{ кэВ} - 3/2^+(p 1/2^+[411] + p 7/2^- [523]) - n 5/2^- [523]$$

$$1804 \text{ кэВ} - 1/2^+(p 1/2^+[411] - p 7/2^- [523] + n 5/2^- [523])$$

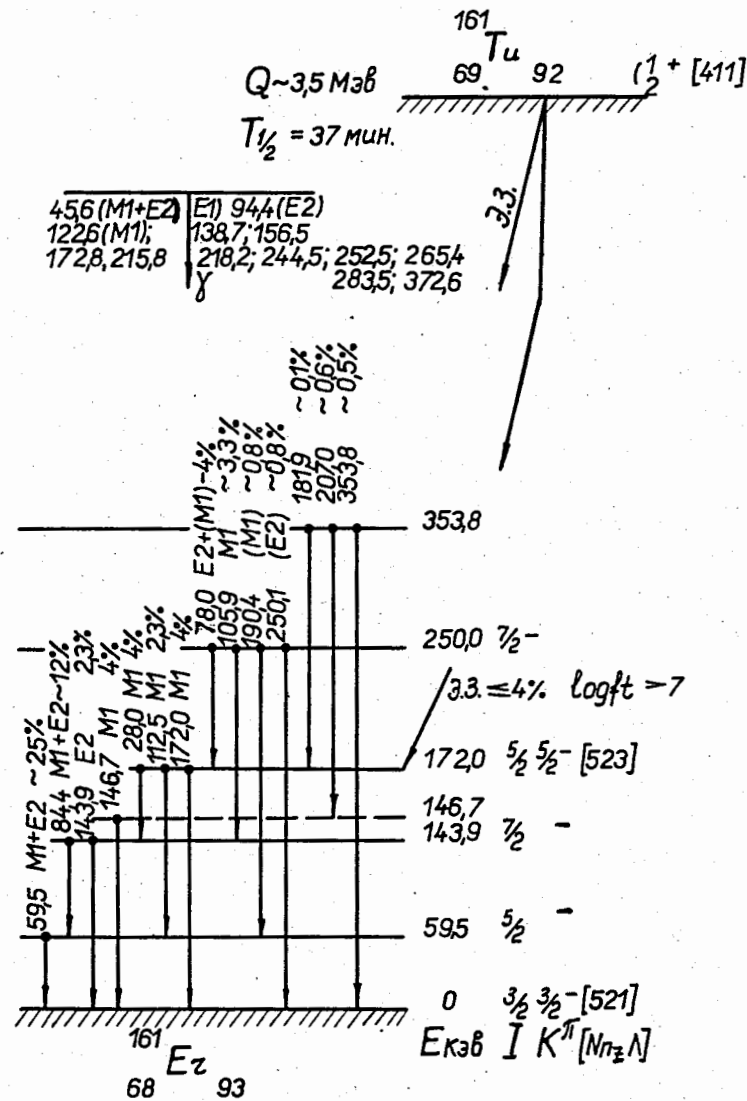


Рис.2. Схема распада ^{161}Tl . Обозначения те же, что и на рис.1. Вверху перечислены гамма-переходы, не размещенные в схеме распада.

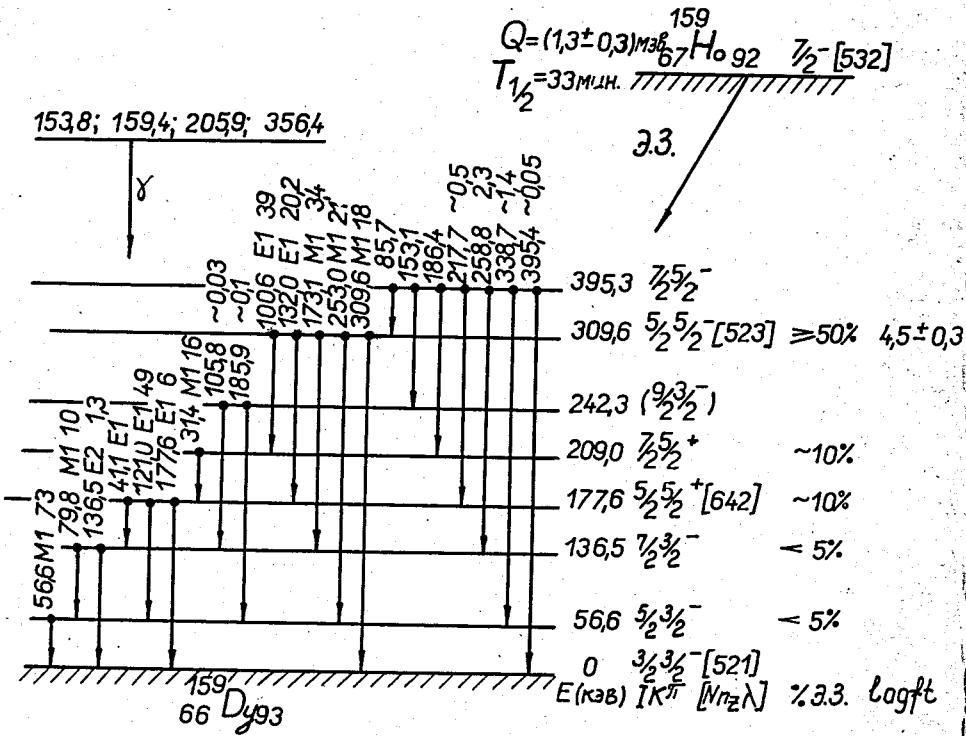


Рис.3. Схема распада ^{159}Ho .

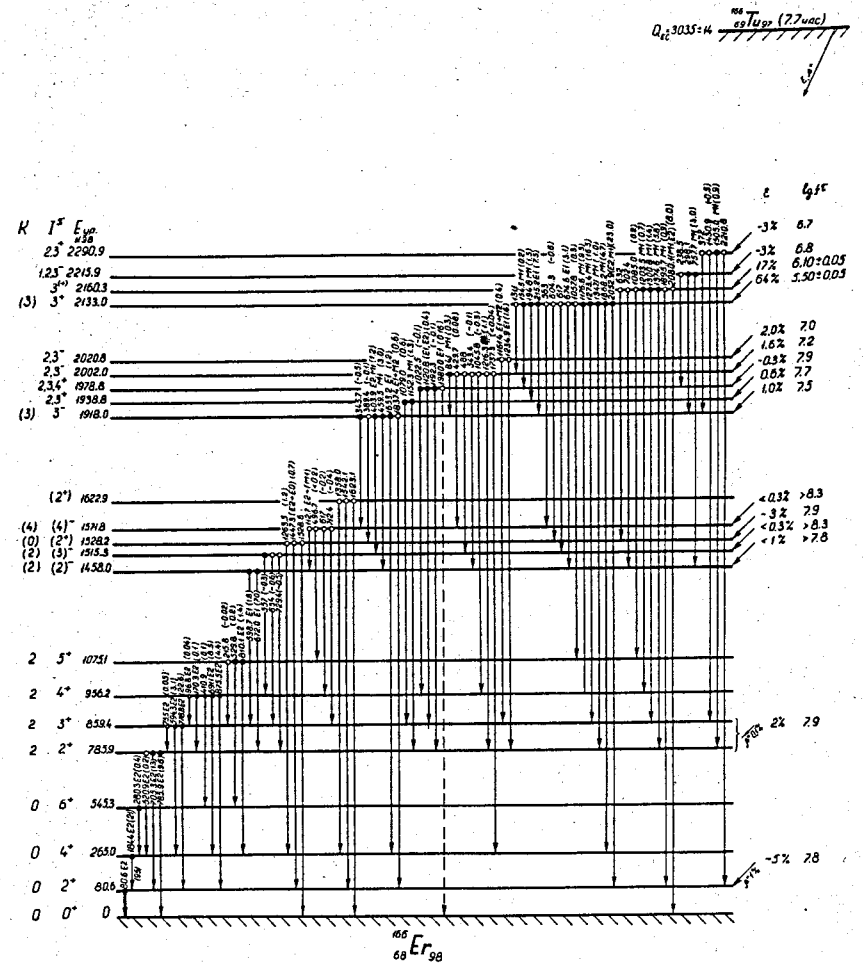


Рис.4. Схема распада ^{186}Lu . При распаде ^{186}Lu возбуждаются ротационные уровни полосы основного состояния ^{186}Er ($02+$, $04+$ и $06+$), гамма-вибрационного состояния ($22+$, $23+$, $24+$, $25+$), ротационные уровни полосы оккупольного вибационного состояния ($1458,0$ кэВ, $22-$ и $1515,3$ кэВ, $23-$), двухквационные уровни и уровень четырехквационной природы $2133,0$ кэВ ($33+$; $p1/2^+$ (411) - $p7/2^-$ (523) + $n5/2^-$ (523) - $n5/2^+$ (642)).

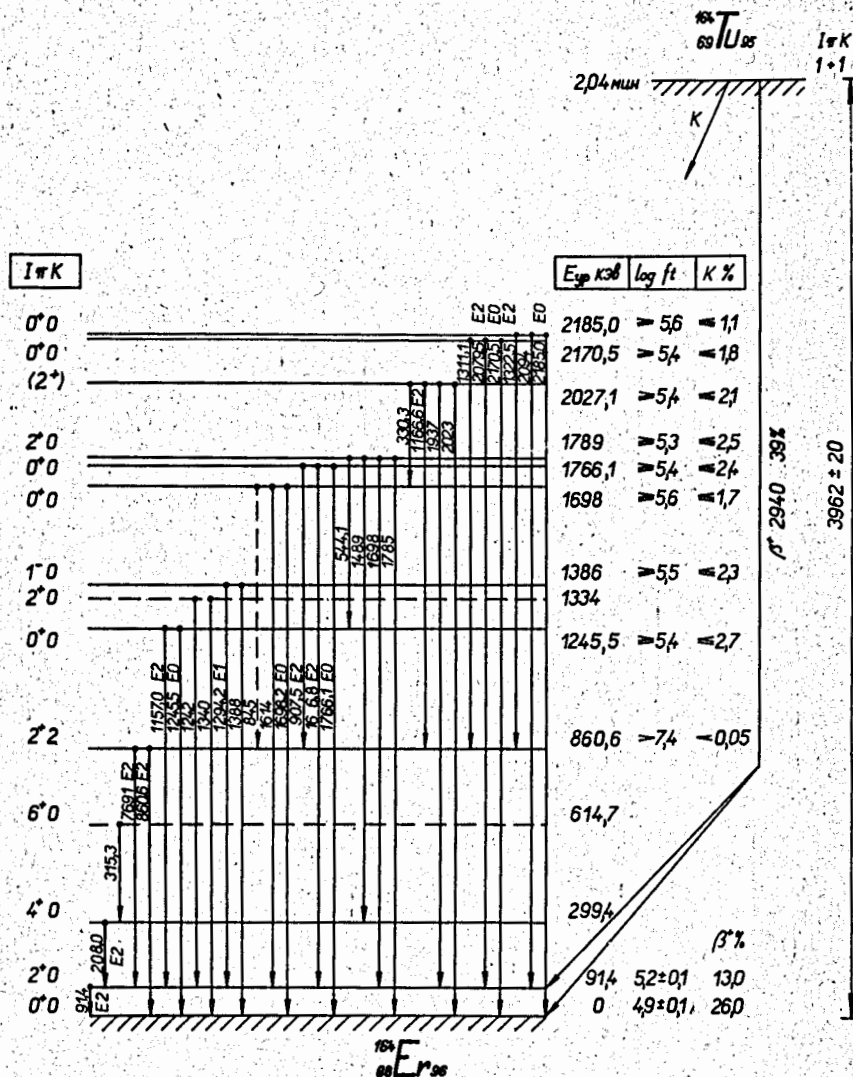


Рис.5. Схема распада ^{164}Tl . При распадае ^{164}Tl возбуждается пять уровней типа O+O в ^{164}Er .