

18.X 1967

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Р6 - 3464

с 341.18
А-139



А.А. Абдуразаков, Я. Врзал, К.Я. Громов,
Ж.Т. Желев, В.Г. Калинин, Я. Липтак,
Ли Сан Гын, Ф.Н. Мухтасимов, У.К. Назаров,
Я. Урбанец

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

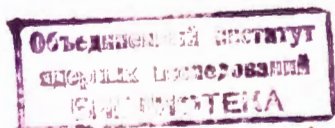
О СХЕМЕ РАСПАДА ¹⁵⁸Но

1967.

Р6 - 3464

А.А. Абдуразаков, Я. Врзал, К.Я. Громов,
Ж.Т. Желев, В.Г. Калинин, Я. Липтак,
Ли Сан Гын, Ф.Н. Мухтасимов, У.К. Назаров,
Я. Урбанец

О СХЕМЕ РАСПАДА ¹⁵⁸ Но



5323/1 чр.

Четно-четное ядро ^{158}Dy относится к числу сильнодеформированных ядер, многие из свойств которого неплохо описываются обобщенной моделью, моделью неаксиальных ядер и сверхтекучей моделью. Уточнение схемы уровней, их квантовых характеристик, вероятностей переходов необходимо для определения параметров моделей и установления области их применимости. Исследование распада ^{158}Ho позволяет получить интересные сведения о возбужденных уровнях ^{158}Dy .

1. Введение

Изотоп гольмия с массовым числом $A=158$ обнаружен Днепровским^{/1/} при изучении продуктов реакции глубокого отщепления тантала протонами с энергией 660 Мэв. Был определен период полураспада этого изотопа ($T_{1/2} = 27 \pm 2$ мин) и получены первые сведения о спектре конверсионных электронов. В последующих работах, выполненных в Дубне^{/2,3/}, были получены довольно подробные сведения о спектре конверсионных электронов ^{158}Ho . На основе этих данных была построена схема уровней ^{158}Dy , включающая ротационные уровни основного и гамма-вибрационного состояний. Было установлено также, что период полураспада - 27 мин связан с изомерным состоянием ^{158}Ho с энергией 67 кэв, а период полураспада основного состояния ^{158}Ho меньше 27 мин. Период полураспада основного состояния ^{158}Ho измерен Шеперсем^{/4/} - 11,5 мин. В работе^{/4/} измерялся γ -спектр и спектры γ - γ -совпадений при помощи сцинтилляционного γ -спектрометра. Полученные сведения хорошо совпадали с данными работ^{/2,3/}. Однако плохое разрешение

сцинтилляционного спектрометра не позволило получить существенно новых сведений о схеме распада ^{158}Ho .

Распад ^{158}Ho изучался также в работе ^{/5/}. Получены более точные значения периодов полураспада основного и изомерного состояния ^{158}Ho ($10,9 \pm 0,6$) мин и ($25,6 \pm 0,3$) мин, соответственно. При изучении спектра конверсионных электронов в основном подтверждены результаты работ ^{/2,3/}.

Маринага и Гагелот ^{/6/}, возбуждая ^{158}Dy в реакции (α, xn) , наблюдали уровни ротационной полосы основного состояния вплоть до уровня со спином 12.

В работе Гретцера и др. ^{/7/} изучались уровни ^{158}Dy , возбуждаемые в реакции $^{159}\text{Tb}(p, 2n)^{158}\text{Dy}$. При этом был обнаружен ряд гамма-переходов, не наблюдающихся при распаде ^{158}Ho , и на этой основе введены дополнительные уровни ротационных полос основного состояния (до уровня со спином 10), γ -вибрационного состояния (до уровня со спином 7) и β -вибрационного состояния (до уровня со спином 6).

Гамма- и конверсионные спектры ^{158}Ho изучались также в ^{/8/}. Результаты этой работы существенны в связи с тем, что изучался ^{158}Ho , отделенный на магнитном сепараторе от других изотопов Ho , и это позволило надежно подтвердить правильность приписания γ -переходов ^{/2,3,5/} распаду ^{158}Ho .

Спектр позитронов при распаде ^{158}Ho изучался в ^{/9/}. Было показано, что при распаде ^{158}Ho возникают позитроны с граничной энергией 1320 кэВ. Предполагалось также, что в этом распаде возникают позитроны с $E_{\text{гр}} = 3000$ кэВ.

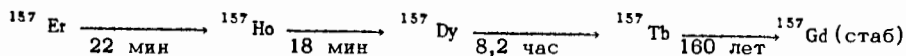
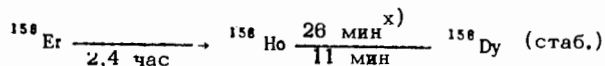
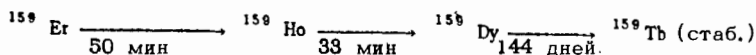
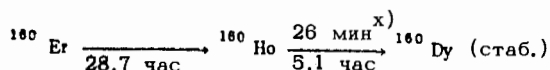
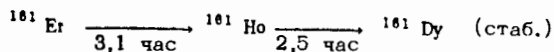
Результаты всех цитированных работ показывают, что при распаде ^{158}Ho возникает большое число гамма-переходов. Спектр конверсионных электронов изучался только в области до ≈ 1000 кэВ. Между тем следует ожидать по данным ^{/9/} и по таблицам ^{/10/}, что разность масс $^{158}\text{Ho} \rightarrow ^{159}\text{Dy}$ около 4000 кэВ. В связи с этим было интересно получить сведения о спектрах излучения ^{158}Ho в области больших энергий. Очень важно было также получить данные о γ -спектре с помощью гамма-спектрометра с высоким разрешением. В опубликованных ранее работах имелись некоторые разногласия в идентификации и интенсивностях некоторых переходов.

Решение всех этих вопросов явилось целью нашей работы. Мы изучали спектр конверсионных электронов ^{158}Ho в области выше ≈ 1000 кэВ и

позитронный спектр с помощью бета-спектрометра с двукратной фокусировкой пучка частиц. Спектр конверсионных электронов в области до ≈ 1000 кэв изучался с помощью бета-спектрографа. Гамма-спектр исследован с помощью Ge-Li-спектрометра. Предварительные результаты изучения спектра конверсионных электронов в области до 1000 кэв опубликованы в ^{/11/}.

2. Источник

В качестве источника была использована эрбиевая фракция, хроматографически выделенная из продуктов двухчасового облучения Ta -мишени быстрыми протонами ($E_p = 660$ Мэв). Фракция эрбия содержала следующие нейтронодефицитные изотопы Er и их дочерние активности:



Изотопы Er с массовым числом меньше 157 имеют период полураспада меньше 5 мин и к моменту выделения эрбия из мишени (через 1,5 часа) практически полностью распадаются.

Источники для магнитного β -спектрометра готовились методом выпаривания фракции эрбия на алюминиевую подложку размерами 0,6 x 1,5 мм и тол-

щиной 5 мк. Источники для γ -спектрометра также готовились методом выпаривания на алюминиевую подложку толщиной 0,5 мм. Источники для бета-спектрографов готовились методом электролиза^{/12/} на платиновой проволочке диаметром 0,1 мм.

3. Гамма-спектр

Спектр γ -лучей ^{158}Ho измерялся при помощи полупроводникового γ -спектрометра с Ge(Li) детектором. Были использованы два детектора коаксиального типа с чувствительным объемом 5 и 12 см³. Разрешающая способность γ -спектрометра составляла 4,5 кэВ на линии 1332 кэВ ^{60}Co . Регистрация γ -спектра производилась 2048-канальным амплитудным анализатором. Для определения относительных интенсивностей γ -лучей пользовались кривой эффективности детектора, которая была получена по γ -лучам $^{22,24}\text{Na}$, ^{46}Sc и ^{169}Yb . Погрешность в определении интенсивностей γ -линий, вносимая при этом, была около 10%.

Спектр γ -лучей эрбиевого источника в области энергии от 50 до 3000 кэВ исследовался в течение 2,5 часов. Измерения начинались обычно через 2,5 часа после приготовления источника, чтобы исключить вклад γ -лучей короткоживущих изотопов. В снятом в таких условиях γ -спектре не наблюдались сильные γ -переходы ^{157}Er , а также дочернего ^{157}Ho /8/, но очень слабо проявились γ -линии, возникающие при распаде ^{159}Er и ^{159}Ho /3,8,13/.

Количество ^{160}Er + ^{160}Ho в наших источниках было незначительно. В γ -спектре очень слабо проявились самые сильные γ -переходы ^{160}Ho с энергиями 727; 878; 962 и 966 кэВ. Небольшой вклад γ -лучей ^{160}Er + ^{160}Ho был учтен при обработке γ -спектра ^{158}Ho . При этом были использованы результаты изучения γ -спектра ^{160}Ho /14/ на том же γ -спектрометре.

Однако в нашем γ -спектре наблюдались γ -переходы, возникающие при распаде ^{161}Er и ^{158}Er . Это сильно затрудняло идентификацию γ -переходов. Известно^{/15/}, что при распаде ^{161}Er возникают γ -лучи с энергией до 1900 кэВ. Чтобы исключить переходы, принадлежащие этим двум изотопам, был проведен дополнительный опыт. Из облученной Ta-мишени фракция эрбия выделялась через 2,5 часа. Из эрбиевой фракции последовательно, с интервалом

времени в 40 мин, 3 раза выделяли дочерние препараты гольмия, и спектр этих источников изучался в течение двух часов, в области энергий от 50 до 1900 кэВ при последовательной замене источников.

В γ -спектре полученного таким методом гольмия совсем не было переходов, относящихся к распаду ^{161}Er и ^{158}Er /15,5,8/, но слабо проявились очень сильные переходы, возникающие при распаде ^{161}Ho , ^{160}Ho , ^{159}Ho . Вклад ^{159}Ho учитывался из полученных нами в дополнительных опытах данных о его γ -спектре. Вклад ^{161}Ho был учтен на основании данных работы /16/.

Полученные сведения о γ -спектре приведены в таблице 1. На рис. 1 и 2 приведены некоторые участки гамма-спектра ^{158}Ho .

4. Спектр электронов внутренней конверсии.

Конверсионные электроны эрбиевой фракции в области энергии от 1100 до 2700 кэВ исследовались с помощью магнитного β -спектрометра с двойной двухкратной фокусировкой пучка на угол $\pi\sqrt{2}$ /17,18/. Приборная разрешающая способность была 0,2–0,3% при светосиле $\approx 0,1\%$ от 4π . Ток в обмотке электромагнита прибора поддерживается при помощи специального стабилизатора тока и напряжения с точностью не хуже $5 \cdot 10^{-5}$. Измерение напряженности магнитного поля спектрометра осуществлялось методом ядерного магнитного резонанса. Энергетическая калибровка спектрометра производилась по конверсионным линиям ^{160}Ho , энергия которых известна с точностью $\approx 0,02\%$ /19,20,21/. Точность определения энергий и интенсивности для сильных линий составляла 0,07% и 10–20%, а для слабых линии – около 0,1% и 25–30%, соответственно.

Спектр конверсионных электронов изучался также с помощью бета-спектрографов с постоянным однородным магнитным полем. Для регистрации электронов использовались фотопластинки типа Р-50 мк. Энергия электронов определялась по известным линиям ^{160}Ho с помощью вычислительной машины "Минск-2". Точность определения энергии лучше 0,05%. Относительные интенсивности конверсионных электронов определялись по плотности почернения фотоэмульсии методом, описанным в работе /22/, с точностью 25–30%. Исследования велись при разрешающей способности β -спектрографов $\approx 0,05\%$. Полученные данные о конверсионных электронах ^{160}Ho представлены в таблице 1. Данные об относительных интенсивностях конверсионных электронов и γ -лучей с $h\nu = 67,2; 88,9; 218,2; \text{ и } 320,5$ кэВ приведены в таблице 2.

На рис. 3 приведен участок спектра электронов внутренней конверсии ^{158}Ho .

5. Определение мультипольностей γ -переходов

Сравнением экспериментальных отношений интенсивностей K , $-L_I, -L_{II}, -L_{III}$ конверсионных линий с теоретическими значениями коэффициентов конверсии были определены мультипольности γ -переходов 67,2; 98,9; 218,2 и 320,5 кэВ (табл. 3). Нет сомнения, что переходы 98,9; 218,2; 320,5 кэВ имеют мультипольность E2. Как видно из таблицы 3, экспериментальные данные об отношениях интенсивностей $L_I, -L_{II}, -$ и L_{III} - линий изомерного перехода 67,20 кэВ позволяют отклонить возможность E1 и всех магнитных мультипольностей. E2 - мультипольность может быть исключена, так как трудно допустить, чтобы $T_{1/2} = 27$ мин мог быть связан с E2-переходом.

Во второй колонке таблицы 1 приведены относительные интенсивности K - линий электронов внутренней конверсии, при этом интенсивность линии K -218,2 кэВ принята за 1000 единиц.

Относительные интенсивности γ -лучей приведены в колонке 4 (табл. 1). Шкала интенсивностей γ -переходов выбрана так, чтобы отношение I_k / I_γ для перехода 218,2 кэВ равнялось теоретическому a_k для переходов E2. Сравнивая экспериментальные отношения I_k / I_γ для других переходов с теоретическими значениями a_k /23/, мы определили мультипольности многих γ -переходов, возникающих при распаде ^{158}Ho (табл. 1, колонка 10). Следует, конечно, иметь в виду, что этим путем однозначно определяется мультипольность типа E1. Очевидно, что если, например, экспериментальное значение a_k совпадает с теоретическим для E2-перехода, всегда можно подобрать смесь E1+M2 с тем же a_k . Поэтому указанные в таблице 1 и на рис. 4 мультипольности M1, E2 и т.д. являются наиболее вероятными, но не окончательно установленными.

6. Позитроны при распаде ^{158}Ho

С помощью β -спектрометра с двукратной фокусировкой изучен спектр позитронов ^{158}Ho в равновесии с ^{158}Er .

Фракция эрбия была выделена из Та - мишени через 4 часа после колла облучения; измерения начинались через 1 час после разделения. За это время короткоживущие изотопы Er ($T_{1/2} \leq 30$ мин) распадались практически полностью. Был учтен малый вклад $^{160}\text{Er} + ^{160}\text{Ho}$ в β^+ -спектре. Обнаружены три компонента β^+ -спектра с граничными энергиями 1300 ± 30 ; 1850 ± 25 ; 2890 ± 20 кэВ, интенсивность которых убывала с периодом полураспада $T_{1/2} = (2,4 \pm 0,2)$ часа и которые следует приписать распаду основного и (или) изомерного состояния ^{158}Ho , а также компонента с $E_{\text{гр}} = 700 \pm 60$ кэВ, которая в работе ^{/9/} отнесена к распаду ^{158}Er . Относительные интенсивности позитронов в единицах таблицы 1 составляют (500 ± 100) ; (50 ± 15) и (12 ± 4) для компонент с граничными энергиями 1300; 1850 и 2890 кэВ, соответственно.

7. Схема распада ^{158}Ho

На рис. 4 представлена предлагаемая нами схема распада ^{158}Ho .

а) Основное и изомерное состояния ^{158}Ho . В работах ^{/2,3,4/} было показано, что ^{158}Ho имеет изомерное состояние с энергией 67, 20 кэВ и периодом полураспада $(25,6 \pm 0,3)$ мин ^{/5/}. Изомерное состояние ^{158}Ho через изомерный переход 67,2 кэВ превращается в основное состояние ^{158}Ho . Имеет место также прямой бета-распад изомерного состояния на уровне ^{158}Dy . Как показано выше, мультипольность перехода 67,2 кэВ Е3 или электрический мультиполь более высокого порядка. Обращает на себя внимание большое сходство свойств основного и изомерного состояний в ^{158}Ho и ^{160}Ho . В ^{160}Ho изомерный переход имеет энергию 60 кэВ, мультипольность его, наиболее вероятно, Е3, период полураспада изомерного состояния 5,1 часа, основного состояния - 22 мин ^{/24/} Галлахер и Соловьев ^{/25/} предположили, что основное состояние ^{160}Ho имеет спин и четность 5^+ и структура его $p\ 7/2^- [523] + n\ 3/2^- [521]$, а изомерное состояние имеет спин и четность 2^- . Изомерное состояние может быть связано с одной из следующих конфигураций: $p\ 1/2^+ [411] + n\ 3/2^- [521]$ и $p\ 1/2^+ [411] - n\ 5/2^- [523]$. Спин и четность основного состояния $^{160}\text{Ho} - 5^+$ подтверждены в ^{/24/}. Спин и четность изомерного состояния $^{160}\text{Ho} - 2^-$ на основе экспериментальных данных являются наиболее вероятными, однако, строго говоря, они еще не доказаны.

Предположим, пока только на основе аналогии с ^{166}Ho , что основное состояние ^{158}Ho имеет спин и четность 5^+ , а изомерное состояние 2^- . Как мы увидим ниже, при анализе распада ^{158}Ho удастся получить дополнительные аргументы в пользу этого.

б) Интенсивности гамма- и бета-переходов при распаде изомерного состояния ^{158}Ho . Из наших результатов изучения позитронного спектра следует, что интенсивность жестких компонент позитронов очень мала. Это значит, что заселением нижних уровней ^{158}Dy при бета-распаде можно пренебречь. Для того чтобы оценить полное число распадов изомерного состояния ^{158}Ho мы приняли, что оно определяется интенсивностью всех гамма-лучей, приходящих в основное состояние ^{158}Ho . В единицах таблицы 1 оно оказалось приблизительно равным $22 \cdot 10^3$. Используя полную интенсивность перехода 67,2 кэВ, получаем, что изомерное состояние ^{158}Ho приблизительно в 75% случаев превращается в основное состояние и примерно в 25% — прямым бета-распадом на уровне ^{158}Dy .

в) Уровни ротационной полосы основного состояния ^{158}Dy . При распаде ^{158}Ho возбуждаются уровни этой полосы со спинами 2, 4 и 6. Более высокие уровни вращательной полосы основного состояния (1041 кэВ 8^+ , 1512 кэВ -10^+ и 2037 кэВ -12^+) возбуждались в ядерных реакциях $^{6,7/}$. При распаде основного и изомерного состояния ^{158}Ho эти уровни или совсем не возбуждаются или возбуждаются очень слабо.

Уровни со спинами 2 и 4 были обнаружены при распаде ^{158}Ho еще в $^{2,4/}$. Легард и др. $^{8/}$ считали, что переход с уровня 6^+ на уровень 4^+ этой полосы имеет энергию 309 кэВ, а энергия уровня 6^+ , соответственно, равна 626 кэВ. По нашим данным, переход $6^+ \rightarrow 4^+$ имеет энергию 320,5 кэВ, а уровень 6^+ — 637,6 кэВ. Переход 309 кэВ был в $^{8/}$ неправильно отнесен к распаду ^{158}Ho . Он возникает при распаде ^{159}Ho $^{13/}$.

При исследовании распада ^{158}Ho в настоящей работе получены наиболее точные значения энергий вращательных уровней ^{158}Dy : (98,89±0,04) кэВ ($2^+, 0$), (317,1±0,12) кэВ ($4^+, 0$) и (637,6±0,3) кэВ ($6^+, 0$).

г) Уровни гамма-вибрационной полосы ^{158}Dy со спинами 2, 3 и 4 вводились в $^{2,3/}$. Гретцер и др. $^{7/}$ в ядерной реакции $^{159}\text{Tb}(\text{p}, 2\text{n})$ ^{158}Dy наблюдали уровни этой полосы вплоть до спина 7. Сравнивая результаты настоящей работы с данными $^{7/}$, можно считать, что при распаде ^{158}Ho возбуждают-

ся уровни этой полосы: 945,9 кэВ ($2^+ 2$); 1044,3 кэВ ($3^+ 2$); 1163,4 кэВ ($4^+ 2$); 1314,1 кэВ ($5^+ 2$); 1476,1 кэВ ($6^+ 2$) и, возможно, 1676 кэВ ($7^+ 2$). Полученные экспериментальные значения α_k для переходов с этих уровней на уровни ротационной полосы основного состояния не противоречат предположению, что все эти переходы типа E2. В таблице 4 сравниваются отношения приведенных вероятностей гамма-переходов с γ -вибрационной полосы на уровни полосы основного состояния с теоретическими отношениями, рассчитанными как по правилу Алага, так с поправкой на смешивание полос при величине $Z = 0,04$. Видно, что при учете смешивания согласие значительно лучше.

д) Бета-вибрационная полоса. Гретцер и др.^{/7/} вводят четыре уровня β -вибрационной полосы ^{158}Dy : 991 кэВ ($0^+ 0$), 1083 кэВ ($2^+ 0$), 1276 кэВ ($4^+ 0$) и 1552 кэВ ($6^+ 0$). Для идентификации уровня основного состояния этой полосы при распаде ^{158}Ho следует искать E0 переход с энергией 991 кэВ. Мы наблюдали несколько переходов с близкой энергией, но только один из них — 986,1 кэВ имеет высокое значение α_k (табл. 1). Возможно, что это связано с тем, что имеются два перехода с близкими энергиями и один из них типа E0. Тогда можно ввести уровень ($0^+ 0$) с энергией 986,1 кэВ. Следует заметить при этом, что различие в энергиях этого уровня по нашим данным и данным^{/7/} выходит за пределы допустимых экспериментальных погрешностей. В гамма-спектре (рис. 2) мы наблюдали переход с энергией 888 кэВ, который может быть переходом ($0^+ 0$) \rightarrow ($2^+ 0$). Конверсионные линии этого перехода нам наблюдать не удалось из-за сложности спектра. Уровень 1085,0 кэВ, определяющийся E2 переходом 986,1 кэВ и переходом 1085,0 кэВ, является первым ротационным уровнем β -вибрационной полосы. Используя отношения интенсивностей $I_{\gamma 888} / I_{k 986,1} \approx 100$ и принимая одночастичное значение для вероятности E2-перехода 888 кэВ ($T_{1/2} = 1,9 \cdot 10^{-11}$ сек), мы сделали оценку матричного элемента $0^+ \rightarrow 0^+$ перехода $-\rho^2 \approx 0,006$.

е) Уровень 1895 кэВ можно ввести на основе хорошего ($\pm 0,5$ кэВ) совпадения сумм энергий переходов (см. рис. 4). Введение этого уровня подтверждается также опытами по γ - γ -совпадениям^{/4/}. Данные о мультипольности переходов с этого уровня (табл. 1) не противоречат предположению, что эти переходы типа E2 или M1, т.е. переходы без изменения четности. Тот факт, что мы наблюдаем переходы на все уровни γ -вибрационной полосы от 2^+ до 6^+ , позво-

ляют считать, что этот уровень имеет спин 4 и положительную четность. Интенсивность переходов, уходящих с уровня 1895 кэв, составляет $\approx 22\%$ всех распадов изомерного состояния ^{158}Ho . С более высоких уровней ^{158}Dy этот уровень не заселяется. Естественно предположить, что наиболее интенсивная компонента позитронов (1300 кэв) связана с бета-распадом с основного состояния $^{158}\text{Ho}(5^+)$ на уровень 1895 кэв (4^+). Это позволяет нам вычислить энергию распада на уровень 1895 - 2320 кэв и разность масс $^{158}\text{Ho} \rightarrow ^{158}\text{Dy}$ 4220 кэв. Значение $\log ft$ для бета-распада на уровень 1895 кэв получается тогда равным $\log ft = 5,07 \pm 0,1$. Получение столь низкого значения $\log ft$ позволяет сделать важные выводы. Пятов и

Соловьев ^{/26y}, рассчитывая структуру возбужденных уровней ^{158}Dy , показали, что в этом ядре должен быть двухквaziчастичный уровень типа $n5/2^- [523] + n3/2^- [521]$ со спином и четностью 4^+ и с энергией около 1,7 Мэв. Этот уровень должен интенсивно заселяться при β -распаде основного состояния $^{158}\text{Ho}(5^+)$ $p7/2^- [523] + n3/2^- [521]$, так как при этом происходит разрешенный незадержанный переход $p7/2^- [523] \rightarrow n5/2^- [523]$. $\log ft$ для одночастичных β -переходов такого типа в нечетных ядрах имеет величину 4,6 - 4,8. Другой возможности объяснить полученное низкое значение $\log ft = 5,1$ нет. Таким образом, можно считать установленным, что основное состояние ^{158}Ho имеет спин и четность 5^+ и структура этого состояния $p7/2^- [523] + n3/2^- [521]$ и что уровень 1895 кэв типа 4^+ , $n5/2^- [523] + n3/2^- [521]$. Возможно, что уровень 2022 кэв (5^+) является первым ротационным уровнем полосы, основанной на состоянии с энергией 1895 кэв.

ж) Уровни отрицательной четности. Уровни отрицательной четности в рассматриваемой схеме распада можно идентифицировать по электрическим дипольным гамма-переходам. Наблюдаемые несколько переходов такого типа (табл. 1) удается разместить в схеме распада, если предположить существование уровней с энергиями 1299 кэв (1^-), 1310 кэв (2^-), 2544 кэв (1^-) и 2604 кэв (1^-). Отношение интенсивностей гамма-переходов с уровня 1299 кэв на уровни 0^+ и 2^+ ротационной полосы основного состояния, примерно, равно двум; это позволяет заключить, что для уровня 1299 кэв $K = 1$. Уровни 1299 кэв и 1310 кэв, вероятно, связаны с октупольными колебаниями ядра ^{158}Dy . Уровни отрицательной четности заселяются, по-видимому, главным образом, при бета-распаде изомерного состояния $^{158}\text{Ho}(2^-)$.

э) Уровень 2108 кэв. При распаде ^{158}Ho возникает интенсивный ($\approx 10\%$) гамма-переход с энергией 1791 кэв. Его мультипольность E2 или M1. Мы считаем наиболее вероятным, что этот переход связан с уровнем 2108 кэв. Существование такого уровня следует из хорошего совпадения сумм энергий гамма-переходов, а также из результатов опытов по γ - γ -совпадениям ^{14}I . Этот уровень положительной четности. Предполагая, что он заселяется при распаде основного состояния ^{158}Ho , мы получили $\log ft = 5,35$. Если же уровень заселяется при β -распаде изомерного состояния, $\log ft = 5,8$. Трудно ожидать такое низкое значение $\log ft$ при β -распаде изомерного состояния на уровень положительной четности (переход с изменением четности, по крайней мере, первого порядка запрещения). Если этот уровень заселяется при распаде основного состояния, то он должен иметь спин 4: из мультипольностей γ -переходов – возможные значения спина 2, 3, 4; значение $\log ft$ исключает 2 и 3. Интересно заметить, что расчеты по сверхтекучей модели не предсказывают второго двухквазичастичного уровня со спином 4, на который происходил бы разрешенный незадержанный β -распад. Нельзя объяснить этот уровень и предположив, что он имеет четырехквазичастичную структуру, как это, например, имеет место при распаде ^{166}Tm . Действительно, в конфигурацию основного состояния ^{158}Ho входит состояние протона $7/2^- [523]$ и, таким образом, нет пары в состоянии $7/2^- [523]$, с которого мог бы произойти разрешенный незадержанный β -переход. Единственным разумным предположением пока остается то, что двухквазичастичное состояние типа $4^+ \pi 5/2^- [523] + \pi 3/2^- [521]$, которое мы приписали уровню с энергией 1895 кэв, в заметной доле примешано и к уровню с энергией 2108 кэв.

и) Другие уровни ^{158}Dy . Энергии гамма-переходов определены в настоящей работе с точностью $\approx 0,05\%$ в области до 1000 кэв и 0,07–0,1% в области выше 1000 кэв. Это позволяет использовать совпадение сумм энергий гамма-переходов при идентификации уровней, возбуждающихся при распаде ^{158}Ho . На схеме (рис. 4) указан целый ряд уровней, которые можно ввести на основе совпадения сумм энергий переходов, интенсивностей и мультипольностей переходов. Все эти уровни относительно слабо заселяются и пока трудно обсуждать их свойства. У каждого уровня (рис. 4) указаны энергия, возможный спин и четность, процент заселения и значение $\log ft$. Значения $\log ft$ рассчитаны в

предположении, что они заселяются при распаде изомерного состояния. Если предположить, что соответствующий уровень заселяется при распаде основного состояния ^{158}Ho , то значение $\log ft$ должно быть уменьшено на $\approx 0,4$.

Уровни, для которых значения $\log ft$ указаны со значком 0 (например, $5,07^0$), наиболее вероятно заселяются при распаде основного состояния ^{158}Ho и $\log ft$ подсчитан в этом предположении.

к) Позитроны при распаде ^{158}Ho . Как указано выше, позитронный распад с граничной энергией позитронов 1300 кэв происходит из основного состояния ^{158}Ho (5^+) на уровень 1895 кэв (4^+). Как видно из схемы (рис. 4), рядом с уровнем 1895 кэв находятся еще два уровня 1940 кэв (4^+) и 2108 кэв (4^+), которые сравнительно сильно заселяются при распаде ^{158}Ho . Поэтому возможно, что компонента позитронов с $E_{\text{гр}} = 1300$ кэв является сложной и часть ее интенсивности относится к позитронному распаду на уровни 2108 и 1940 кэв. Указанием на это может служить тот факт, что вычисленное из полученных нами экспериментальных данных отношение интенсивностей K -захвата на уровень 1895 кэв и позитронов $E_{\text{гр}} = 1300$ кэв несколько меньше теоретического для разрешенных переходов:

$$K/\beta^+ = 7 \quad K/\beta_{\text{теор.}}^+ = 11,6.$$

Компонента позитронов с граничной энергией 1850 кэв также, вероятно, является сложной. Эта компонента, по-видимому, относится к позитронным распадам из основного состояния ^{158}Ho (5^+) на уровни γ -вибрационной полосы 1163 кэв (4^+), 1314 кэв (5^+) и 1476 кэв (6^+).

Компонента с граничной энергией 2890 кэв, очевидно, представляет собой позитронный распад из основного состояния ^{158}Ho (5^+) на уровень 317,1 кэв (4^+) ротационной полосы основного состояния.

В настоящей работе в результате изучения спектра конверсионных электронов, γ -спектра и спектра позитронов, возникающих при распаде изомерного состояния ^{158}Ho , получены наиболее полные данные о распаде ^{158}Ho . Построенная схема распада включает более половины всех переходов, возникающих в этом распаде. Интенсивность неразмещенных переходов составляет не более 10% распадов.

Авторы глубоко признательны Н.Л. Лебедеву за химическое выделение препаратов эрбия, В.Г. Соловьеву за полезные обсуждения, а также А.А. Абдумаликову, Л.Н. Абесалашвили, Т.А. Исламову, А.В. Кудрявцевой, Г.М. Воробьеву, Л.Л. Николовой и А. Липтак за помощь в измерениях.

Л и т е р а т у р а

1. И.С. Днепровский. Атомная энергия 8, 46 (1960).
2. К.Я. Громов, И.С. Днепровский. Изв. АН СССР (сер. физ.) 1705 (1960).
3. А.А. Абдуразаков, К.Я. Громов, Б.С. Джелепов, В. Халкин. Изв. АН СССР (сер. физ.), 25, 1096 (1960).
4. Von H. Shepers. Z. Naturforschung, 17 a, 695 (1962).
5. T. Stenstrom and Jung. Nuclear Physics, 64, 209 (1965).
6. H. Morinaga, P. C. Gagelot. Nuclear Physics, 46, 210 (1963).
7. R. Craeter, G. V. Hagemann, K. Hagemann and B. Elbek Nuclear Physics, 76, 1 (1966).
8. P. Legarde, J. Treherne, A. Guzon, Valentin J. de Phys., 27, 116 (1966).
9. N. A. Bonch-Osmolovskaya, B. S. Dzelepov, O. E. Kraft and Wang Young-yu. Nuclear Physics, 27, 581 (1961).
10. Г.Ф. Драницына. Материалы IV совещания по нейтронодефицитным изотопам, Дубна (1961).
11. К.Я. Громов, Ф.Н. Мухтасимов. Препринт ОИЯИ Р-3241, Дубна 1967.
12. А.Ф. Новгородов, В.Л. Кочетков, Н.А. Лебедев, В.А. Халкин. Радиохимия, 6, 1 (1964).
13. К.Я. Громов, Ф.Н. Мухтасимов. Ядерная физика 4, 1102 (1966).
14. Н.А. Бонч-Осмоловская, Я. Врзал, Е.П. Григорьев, Я. Липтак, Я. Урбанец. Препринт ОИЯИ Р-2817, Дубна 1966.
15. К.Я. Громов, Ж.Т. Желев, В. Звольска, В.Г. Калинин. Ядерная физика 2, 763 (1965).
16. А.А. Абдуразаков, К.Я. Громов, В.В. Кузнецов, Ма Хоик, Г. Музиоль, Ф. Молнар, А. Молнар, Ф. Мухтасимов, Хань Шу-Жунь. Ядерная физика, 1, 951 (1965).
17. С.А. Шестопалова. Изв. АН СССР, сер. физ., 25, 1302 (1961).
18. И. Адам, К.Я. Громов, Ю.Н. Денисов, М.Я. Кузнецова, Лу Си-тин, В.Г. Чумин, М. Фингер. Препринт ОИЯИ, 2494, Дубна 1965.
19. F. Boehm, I. Rogers. Nucl. Phys., 41, 553 (1963).

20. A. Backstrom, I. Lindskog, O. Bergman, E. Bashandy, A. Backlin. Arkiv. Fys., 15, 121 (1959).
21. G. T. Ewan, R. L. Graham, I. S. Geiger. Nucl. Phys., 22, 610 (1961).
22. А.А. Абдуразаков, Ф.М. Абдуразакова, К.Я. Громов, Б.С. Джелепов, Г.Я. Умаров. Изв. АН Узб. ССР, сер. физ. мат., 3, 52 (1961).
23. Гамма-лучи. Под ред. А.А. Сливе стр. 400, Изд. АН СССР (1961).
24. М.П. Авотина, Е.П. Григорьев, Б.С. Джелепов, А.В. Золотавин, В.О. Сергеев. Изв. АН СССР, сер. физ. 30, 530 (1966).
25. G. Gallagher, V. G. Soloviev. Kgl danske vid. , selskab. Mat-fys. Medd. 2, (1962).
26. Н.И. Пятов, В.Г. Соловьев. Изв. АН СССР, сер. физ. 28, 1617 (1964).

Рукопись поступила в издательский отдел
27 июля 1967 г.

Таблица № I

Энергии и относительные интенсивности γ -лучей и электронов внутренней конверсии ^{158}Ho и $^{158\text{m}}\text{Ho}$.

№ пп	E_γ кэВ	J_k	J_β	Коэффициент конверсии, $\times 10^3$				M2	Вывод о мультитип.
				эксп	E1	E2	M1		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	(90,2)	слаб.	-	-	-	-	-	-	-
2.	(98,3)	слаб.	-	-	-	-	-	-	-
3.	98,9	5200	5000	1040 \pm 200	-	1100	-	-	E2
4.	138,5	слож.	-	-	-	-	-	-	-
5.	145,5	~ 20	-	-	-	-	-	-	-
6.	185,95	~ 15	-	-	-	-	-	-	-
7.	218,2	1000*	8000	125	-	125	-	-	E2
8.	(231,0)	слаб.	-	-	-	-	-	-	-
9.	320,5	35	750	47 \pm 7	12,6	40,7	81,3	310	E2
10.	419	-	45	-	-	-	-	-	-
11.	426	-	90	-	-	-	-	-	-
12.	448	-	20	-	-	-	-	-	-
13.	462,0	0,9	45	20 \pm 6	5,25	14,5	30,2	99	E2, M1
14.	474	-	35	-	-	-	-	-	-
15.	487	-	35	-	-	-	-	-	-
16.	517,3	0,8	60	13,3 \pm 4	4,1	11,3	23,2	70,8	E2
17.	534	-	35	-	-	-	-	-	-
18.	546	-	55	-	-	-	-	-	-
19.	555	-	35	-	-	-	-	-	-
20.	562	-	30	-	-	-	-	-	-
21.	581	-	50	-	-	-	-	-	-
22.	(601)	-	40	-	-	-	-	-	-
23.	(610)	-	50	-	-	-	-	-	-
24.	616,4	0,7	} I40	7,1 \pm 2,5	2,75	7,3	14,8	43	(E2)
25.	618,2	0,3							
26.	623,5	0,4	50	8,0 \pm 3	2,7	7,2	14,5	41,7	E2
27.	627	-	} 80	-	-	-	-	-	-
28.	631	-							
30.	646,8	0,7	90	7,8 \pm 3	2,5	6,7	13,5	37	E2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
30.	66I,0	0,2	30	6.6±3	2,4	6,3	12,6	35,3	E2						
31.	676,8	0,6	100	6,0±2	2,3	6,0	11,5	32	E2						
32.	707,3	0,3	40	≤7,5	2,1	5,4	10,3	28	(E2)						
33.	725,0	1,2	} 900	6,8±2	2,0	5,0	9,6	25	(E2)						
34.	727,2	2,0							(E2)						
35.	731,3	2,2							(E2)						
36.	735,2	0,7							(E2)						
37.	740,1	0,3	45	6,6±2,5	1,90	4,9	9,6	25	E2,MI						
38.	776,7	0,7	60	11,6±3	1,7	4,4	8,5	22	E2+E0, MI						
39.	807,2	0,3	60	5±1,5	1,6	4,0	7,6	18,8	E2						
40.	838,5	0,5	150	3,3±0,8	1,5	3,6	7,0	17,4	E2						
41.	846,2	2,7	} 4600	3,8±0,6	1,44	3,55	6,85	17,0	(E2)						
42.	847,0	8,6							(E2)						
43.	850,3	6,3							(E2)						
44.	858,1	0,4							140	2,8±0,8	1,43	3,50	6,5	17,0	E2
45.	888,0	-	210	-	-	-	-	-	-						
46.	893,4	0,7	200	3,5±0,7	1,30	3,2	5,9	14,8	E2						
47.	945,5	5,4	} 5700	3,0±0,5	1,20	3,0	5,2	13,0	(E2)						
48.	945,9	5,0							(E2)						
49.	948,5	6,4							(E2)						
50.	971,0	слаб.							-	-	-	-	-	-	-
51.	977,7	0,4	90	4,4±1,5	1,11	2,8	4,7	11,9	E2,MI						
52.	986,1	2,0	65	30,9±6	1,09	2,7	4,5	11,6	E0						
53.	994,3	1,1	} 930	2,8±0,5	1,07	2,6	4,35	11,3	(E2)						
54.	996,9	1,5							(E2)						
55.	1010,9	~0,15							60	~ 2,5	1,04	2,48	4,25	10,8	(E2)
56.	1039,1	слож.							45	-	-	-	-	-	-
57.	1047,2	слаб.	100	<1,0	0,98	2,4	4,0	10,0	(E1)						
58.	1063,1	0,3	} 540	2,6±0,6	0,96	2,3	3,9	9,4	(E2)						
59.	1064,6	1,1							(E2)						
60.	1081,0	-							80	-	-	-	-	-	-
61.	1085,0	~0,1							40	~ 2,5	0,93	2,15	3,8	9,0	(E2)
62.	1095,0	-	60	-	-	-	-	-	-						
63.	1110,0	-	40	-	-	-	-	-	-						
64.	1158,3	0,12	} 270	1,9±0,4	0,85	1,9	3,2	7,6	(E2)						
65.	1161,0	0,40							(E2)						
66.	1169,0	0,12	70	1,7±0,5	0,80	1,85	3,12	7,45	E2						
67.	1179,9	0,25	} 150	1,66+0,5	0,78	1,82	3,04	7,25	(E2)						
68.	1183,0								(E2)						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
69.	I200,0	0,07	100	$0,7 \pm 0,2$	0,73	I,75	2,9	7,01	E1
70.	I211,0	0,12	185	$0,65 \pm 0,2$	0,72	I,74	2,85	6,75	E1
71.	I224,0	0,05	30	$1,60 \pm 0,5$	0,70	I,70	2,78	6,62	E2
72.	I229,0	0,15	80	$1,9 \pm 0,6$	0,70	I,70	2,75	6,50	E2, MI
73.	I235,0	0,07	40	$1,75 \pm 0,6$	0,70	I,66	2,75	6,45	E2, MI
74.	I240,0	0,07	35	$2,0 \pm 0,6$	0,69	I,66	2,70	6,38	E2, MI
75.	I245,0	-	40	-	-	-	-	-	-
76.	I263,0	0,08	30	$2,60 \pm 0,8$	0,68	I,60	2,57	6,1	MI
77.	I2,68,0	0,05	}160	$1,85 \pm 0,4$	0,68	I,55	2,54	5,98	E2, MI
78.	I272,0	0,25							
79.	I279,0	0,04	30	$1,3 \pm 0,8$	0,68	I,55	2,51	5,90	E2, MI
80.	I295,0	0,05	≤ 30	$\geq I7$	0,66	I,52	2,46	5,80	MI, E2
81.	I299,0	0,15	240	$0,62 \pm 0,2$	0,66	I,52	2,46	5,80	E1
82.	I302,0	$< 0,04$	-	-	-	-	-	-	-
83.	I337,8	0,08	40	$2,0 \pm 0,6$	0,68	I,45	2,26	5,3	MI, E2
84.	I343,0	0,05	35	$1,4 \pm 0,5$	0,62	I,45	2,23	5,25	E2, MI
85.	(I349,0)	-	20	-	-	-	-	-	-
86.	I364,2	0,045	30	$1,5 \pm 0,6$	0,61	I,37	2,16	5,0	E2, MI
87.	(I371,0)	-	20	-	-	-	-	-	-
88.	(I376,0)	-	25	-	-	-	-	-	-
89.	I385,7	$\sim 0,02$	45	$\sim 0,45$	0,61	I,33	2,05	4,8	(E1)
90.	I390,9	0,03	30	$1 \pm 0,3$	0,61	I,32	2,05	4,8	(E2)
91.	I400,9	0,04	40	$1 \pm 0,3$	0,60	I,31	2,00	4,7	(E2)
92.	I416,7	0,20	165	$1,2 \pm 0,4$	0,58	I,29	2,0	4,50	E2
93.	I434,0	}0,15	120	$1,25 \pm 0,4$	0,57	I,26	1,9	4,40	(E2 (E2)
94.	I437,0								
95.	I442,0	-	60	-	-	-	-	-	-
96.	(I454)	-	25	-	-	-	-	-	-
97.	I462,9	0,40	300	$1,30 \pm 0,3$	0,54	I,23	1,85	4,20	E2, MI
98.	I489,9	0,07	45	$1,5 \pm 0,5$	0,53	I,18	1,77	4,00	E2, MI
99.	I511,0	0,08	50	$1,6 \pm 0,6$	0,52	I,15	1,73	3,90	MI, E2
100.	I521,0	0,2	170	$1,2 \pm 0,4$	0,51	I,13	1,68	3,80	E2, MI
101.	(I537,0)	-	20	-	-	-	-	-	-
102.	I556,0	0,10	70	$1,4 \pm 0,4$	0,50	I,09	1,62	3,55	E2, MI
103.	I566,0	0,06	40	$1,5 \pm 0,5$	0,49	I,07	1,6	3,50	E2, MI
104.	I578,2	0,80	720	$1,1 \pm 0,2$	0,48	I,05	1,55	3,45	E2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I05. (1592,0)	-		25						
I06. 1605,0	0,10		100	1,0±0,3	0,47	1,03	1,52	3,35	E2
I07. 1610,0	0,15		90	1,7±0,3	0,47	1,02	1,50	3,30	MI
I08. 1624,2	0,6		570	1,05±0,2	0,46	1,0	1,45	3,20	E2, (MI)
I09. 1636,0	-		20	-	-	-	-	-	-
I10. 1655,1	0,5		80	6,25±2	0,45	0,96	1,38	3,1	E0+E2
I11. 1679,8	0,08		90	0,9±0,3	0,44	0,94	1,35	3,05	E2
I12. 1735,0	≤0,05	}	150	4,0±1	0,41	0,89	1,27	2,80	E2+E0, (M2)
I13. 1739,2	0,5								
I14. 1745,0	≤0,05								
I15. 1753,7	0,06		60	1,0±0,3	0,41	0,87	1,24	2,70	E2, MI
I16. 1791,2	2,0		1800	1,1±0,25	0,39	0,85	1,17	2,50	E2, MI
I17. 1828,5	0,03		40	0,75±0,2	0,38	0,82	1,12	2,45	E2
I18. 1844,0	-		40	-	-	-	-	-	-
I19. 1852,0	-		60	-	-	-	-	-	-
I20. 1857,5	0,06		60	1,0±0,3	0,36	0,78	1,08	2,35	E2, MI
I21. 1877,5	0,15		140	1,1±0,3	0,36	0,76	1,05	2,25	MI, E2
I22. 1886,0	0,04		-	-	-	-	-	-	-
I23. 1914,0	0,03		-	-	-	-	-	-	-
I24. 1956,1	0,09		100	0,9±0,3	0,35	0,72	0,96	2,1	E2, MI
I25. (2005,0)	≤0,04		-	-	-	-	-	-	-
I26. 2009,3	0,14		170	0,8±0,2	0,33	0,68	0,90	2,0	E2, MI
I27. 2030,1	0,06		80	0,75±0,2	0,32	0,67	0,88	1,90	E2, MI
I28. 2066,2	0,20		280	0,7±0,2	0,30	0,64	0,84	1,81	E2, MI
I29. 2076,1	0,07		100	0,7±0,2	0,30	0,64	0,83	1,80	E2, MI
I30. 2092,7	0,09		120	0,75±0,2	0,30	0,63	0,81	1,77	E2, MI
I31. 2119,8	0,16		200	0,8±0,3	0,29	0,62	0,80	1,75	MI, E2
I32. 2147,1	0,01		-	-	-	-	-	-	-
I33. 2170,0	}	}	60	1,0±0,4	0,29	0,60	0,76	1,66	E2, MI
I34. 2175,0									
I35. 2188,8	0,02		-	-	-	-	-	-	-
I36. 2202,3	0,35		500	0,70±0,2	0,28	0,58	0,73	1,57	E2, MI
I37. 2221,9	0,30		450	0,70±0,2	0,28	0,58	0,73	1,55	E2, MI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I38.	2247, I	0,02	-	-	-	-	-	-	-
I39.	2290, I	0,015	-	-	-	-	-	-	-
I40.	230I, 0	0,0I	-	-	-	-	-	-	-
I4I.	23I0, 3	0,03	50	$0,6 \pm 0,2$	0,26	0,55	0,65	I,40	E2, MI
I42.	2338, 0	0,0I	-	-	-	-	-	-	-
I43.	2346, 8	<0,0I	-	-	-	-	-	-	-
I44.	2355, 4	0,02	-	-	-	-	-	-	-
I45.	2388, I	<0,0I	-	-	-	-	-	-	-
I46.	2396, 6	0,02	-	-	-	-	-	-	-
I47.	2437, I	<0,0I	-	-	-	-	-	-	-
I48.	2444, 3	0,0I	40	$0,25 \pm 0, I$	0,24	0,48	0,57	I, I6	EI
I49.	2460, 5	0,03	-	-	-	-	-	-	-
I50.	2486, 3	0,02	-	-	-	-	-	-	-
I5I.	2504, 9	0,03	120	$0,29 \pm 0, I$	0,23	0,47	0,55	I, I4	EI
I52.	25I2, 0	0,02	-	-	-	-	-	-	-
I53.	2522, 0	0,02	-	-	-	-	-	-	-
I54.	2544, I	0,09	350	$0,26 \pm 0,08$	0,22	0,45	0,53	I, I2	EI
I55.	2604, 0	0, I3	600	$0,22 \pm 0,06$	0,22	0,44	0,5I	I,08	EI
I56.									

Примечание: () - идентификация перехода предположительная
 ж - интенсивность линии K-2I8,2 кэв принята за
 I000 единиц и нормировка произведена по коэф-
 фициенту конверсии E2 - перехода этой линии.

слож. - линия сложная

слаб. - линия слабая.

Т а б л и ц а № 2

Данные об интенсивностях изомерного перехода

 $(h\nu = 67,2 \text{ кэВ})$ в ^{158}Ho и γ -переходов между ротационными уровнями основного состояния ^{158}Dy

Энергия перехода (кэВ)	K	L_1	L_{II}	L_{III}	ΣM	N	J_2	$J_{полный}$
67,2	-	<300	6000	6000	3000	800	-	16100 ± 2100
98,9	5200	400	2900	2800	1400	320	5000	18000 ± 2400
218,2	1000	100	130	110	75	30	8000	9440
320,5	35	4,5	3,2	1,8	1,0	слаб	750	795 ± 160

Таблица № 3

Определение мультипольности γ -переходов при распаде ^{158}Ho

Энергия перехода (КэВ)	Метод оп- ределения мульти- польности	Эксперим. значения	Теоретические значения								Заключение о мульти- польности
			E1	E2	E3	E4	M1	M2	M3	M4	
67,20	$k_{II} : k_{III}$	$< 0,05$	3,0	0,04	0,016	0,014	12,6	9,7	7,2	5,5	E3, E4
	$k_{II} : k_{III}$	$1,0 \pm 0,2$	0,8	0,9	1,0	1,20	5,8	0,35	0,09	0,05	
	$k : k_I$	$13,0 \pm 4,0$	9,65	10,8	7,50		7,32	4,70	2,40		
98,9	$k_{II} : k_{III}$	$0,14 \pm 0,05$	4,30	0,17	0,03		11,63	8,55	5,90		E2
	$k_{II} : k_{III}$	$1,0 \pm 0,2$	0,82	1,09	1,15	6,25	0,55	0,20			
	$k : k_I$	10 ± 3	8,64	9,05	8,52	7,36	5,82	4,44			
218,2	$k_{II} : k_{III}$	$0,8 \pm 0,2$	7,60	0,78	0,17		12,50	8,02	5,51		E2
	$k_{II} : k_{III}$	$1,2 \pm 0,3$	0,90	1,35	1,64	6,55	1,36	0,49			
	$k : k_I$	$7,8 \pm 2$	8,41	8,60	7,86	7,35	6,25	5,26			
320,5	$k_{II} : k_{III}$	$1,4 \pm 0,4$	9,70	1,45	0,42		13,51	8,35	5,71		E2
	$k_{II} : k_{III}$	$1,8 \pm 0,4$	0,96	1,56	1,84	6,50	2,15	0,80			

Т а б л и ц а № 4

Экспериментальные и теоретические отношения приведенных вероятностей E2- переходов в ^{158}Dy между полосами с $K^{\pi} = 2^{+}$ и $K^{\pi} = 0^{+}$

Переходы	Опыт		Т е о р и я	
	по γ -лучам	без поправки	с поправкой $Z = 0,04$	
$2_2 \rightarrow 0$	$0,43 \pm 0,1$	0,70	0,55	
$2_2 \rightarrow 2_0$				
$2_2 \rightarrow 4_0$	$< 0,1$	0,05	0,08	
$2_2 \rightarrow 2_0$				
$3_2 \rightarrow 4_0$	$0,58 \pm 0,15$	0,40	0,53	
$3_2 \rightarrow 2_0$				
$4_2 \rightarrow 4_0$	$4,79 \pm 1$	3,0	5,45	
$4_2 \rightarrow 2_0$				
$5_2 \rightarrow 6_0$	$1,33 \pm 0,3$	0,57	1,28	
$5_2 \rightarrow 4_0$				
$6_2 \rightarrow 4_0$	$0,26 \pm 0,1$	0,27	0,095	
$6_2 \rightarrow 6_0$				

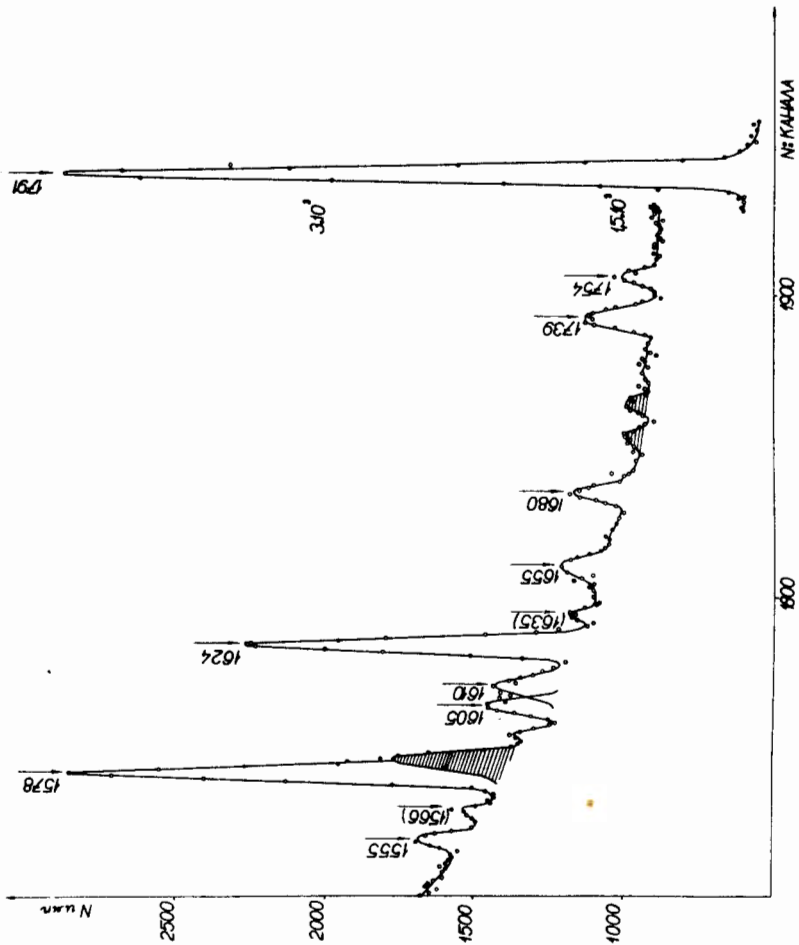


Рис. 1. Гамма-спектр ^{158}No в средней энергетической области от 1550 до 1800 кэВ. (Заштрихованные линии – пики одиночного и двойного вылета от более жестких γ -лучей).

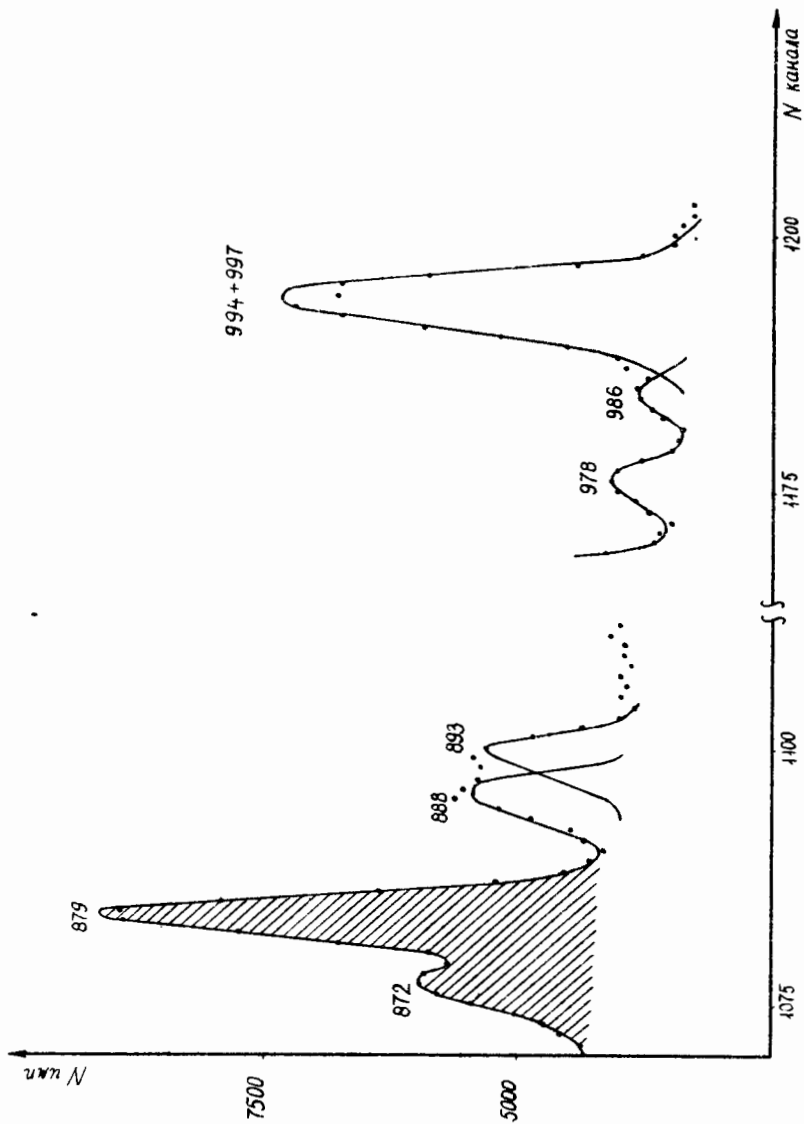


Рис. 2. Рис. 2. Гамма-спектр ^{154}Nd в мягкой области энергий от 860 до 1000 кэв. (Заштрихованные линии принадлежат к распаду ^{154}Nd).

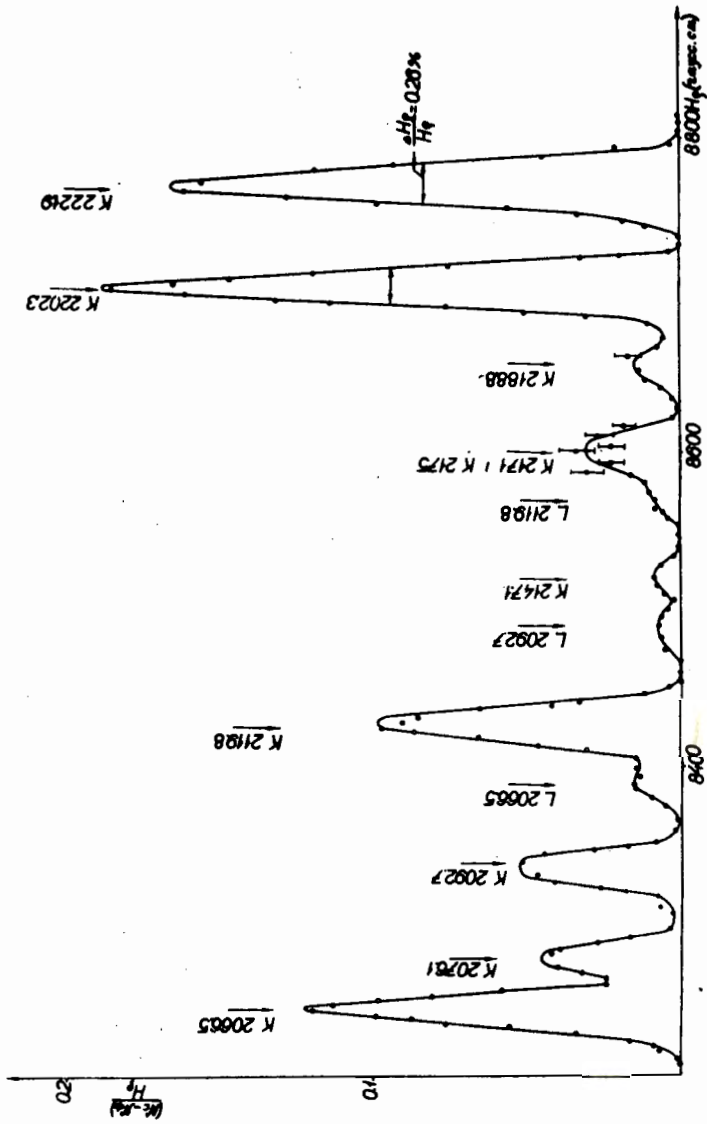


Рис. 3. Спектр конверсионных электронов ^{60}Ni в интервале энергий от 2050 до 2230 эв.

