

24/v-69

A-139

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

6 - 4396



А.А.Абдуразаков, Р.Арлыт, Р.Бабаджанов,
Г.Байер, В.А.Морозов, Г.Музиоль, Х.Тырроф,
Х.Штрусный

НОВЫЕ ИЗОТОПЫ ^{133}Pr , ^{134}Nd И ^{135}Nd

СХЕМА РАСПАДА ^{134}Pr ^{135}Pr

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

1969

6 - 4396

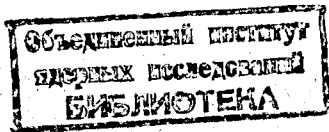
7804/2 чр.

А.А.Абдуразаков, Р.Арлыт, Р.Бабаджанов,
Г.Байер, В.А.Морозов, Г.Музиоль, Х.Тырроф,
Х.Штрусный

НОВЫЕ ИЗОТОПЫ ^{133}Pr , ^{134}Nd и ^{135}Nd

СХЕМА РАСПАДА ^{134}Pr ^{135}Pr

Направлено в Известия АН СССР



Работа выполнена совместно сотрудниками
Объединенного института ядерных исследо-
ваний и Ташкентского государственного
университета

1. В в е д е н и е

В настоящее время большое внимание уделяется изучению распада радиоактивных ядер переходной области между сферическими и сильнодеформированными ядрами.

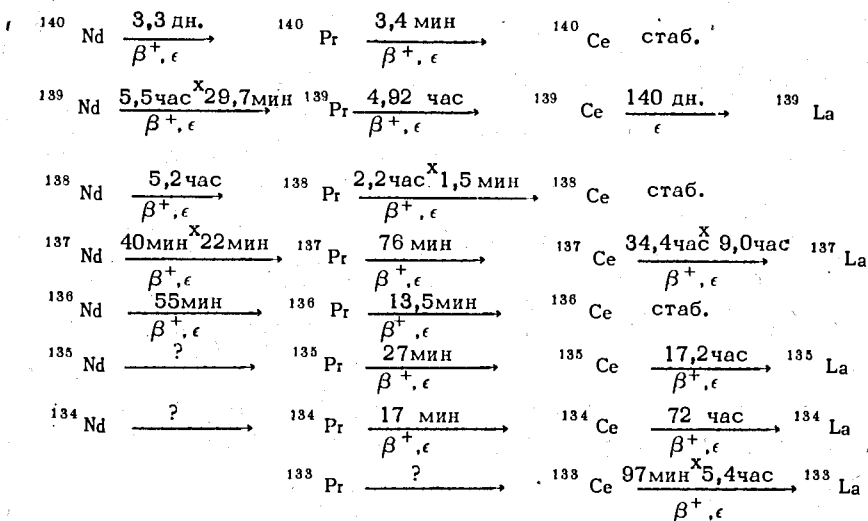
В данной работе изучались короткоживущие (период полураспада меньше 30 минут) нейтронодефицитные ядра неодима и празеодима с массовыми числами $A \leq 140$, которые можно отнести к ядрам переходной области.

Изотопный состав неодима и празеодима очень сложен, вследствие чего возникают большие экспериментальные трудности при их изучении методами ядерной спектроскопии. Идентификация изотопов этих элементов особенно затрудняется при использовании радиоактивных источников, полученных в результате реакций глубокого расщепления без последующего применения масс-сепаратора. Этими трудностями можно объяснить разногласия литературных данных в идентификации изотопов неодима^{/2-5/}. Для изучения распада короткоживущих изотопов неодима и празеодима, полученных в реакциях глубокого расщепления гадолиния, нами была применена более быстрая экспериментальная методика выделения неодима и празеодима из облученной мишени / 8- 10/ и последующего изучения гамма-спектров их изотопов.

До наших исследований были известны цепочки распада нейтронодефицитных изотопов неодима и празеодима, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Цепочки распада изотопов неодима и
празеодима с массовыми числами $A \leq 140$



2. Экспериментальная часть

Нейтрондефицитные изотопы праеодима и неодима были получены по реакциям глубокого расщепления при облучении мишени гадолиния в форме порошкообразного комплекса $(\text{NH}_4)_2 [\text{Gd ДПА}]^*$ на внешнем пучке протонов синхроциклотрона ОИЯИ с энергией 660 Мэв. Вес мишени составлял $0,5 \pm 0,7$ г., время облучения - 5+15 минут, интенсивность пучка - $4 \cdot 10^{11}$ пр/сек. Для транспортировки мишени с места облучения в химическую лабораторию была применена пневматическая почта /8/. Отделение продуктов ядерных реакций от материала мишени производилось по методике, описанной в работе /10/.

Облученный комплекс растворяли в воде из расчета 25 мл. на один грамм комплекса в присутствии 10 мг. катионита Дауэкс 50x8 с размером зерна (20 ± 5) мкм. Радиоактивные продукты ядерных реакций, стабилизированные в форме трехвалентных ионов, в течение 1,5-2 мин сор-

бировали на смоле, которую отделяли центрифугированием. Затем смолу промывали водой и переносили в микрохроматическую колонку ($h = 9Q$ мл, $\phi = 2$ мм), заполненную катионитом Дауэкс 50x8 с размером зерен (20 ± 5) мкм в NH_4^+ -форме. Элюирование редкоземельных элементов из колонки производили раствором α -оксиизобутирата аммония (α -ОИБ) с $pH = 4,75$. При использовании 0,28 М раствора α -ОИБ чистый препарат неодима получается через 15-17 минут после конца облучения в объеме 4 капель (рис. 1), а в случае применения 0,30 М раствора элюента, через 13 минут в объеме одной капли (выход около 50%, примеси соседних элементов меньше 3%). Для выделения празеодима использовали 0,30 М и 0,33 М раствора α -ОИБ.

Для исследования генетической связи изобаров применялся метод, подробно описанный в работе /9/. Радиоактивные изотопы редкоземельных элементов ($PЗЭ$) предварительно включаются в комплекс ДТПА в водном растворе. При их распаде дочерние продукты по эффекту Сцилларда-Чалмерса выходят из состава комплекса и стабилизируются в форме трехвалентных ионов, которые затем адсорбируются сильнокислотным катионитом (Wofatit - KPS, Dowex - 50) и отделяются фильтрованием. Процесс отделения может быть повторен многократно через заданные интервалы времени.

Для идентификации новых изотопов неодима этот метод отделения дочерних продуктов был применен в варианте, когда разделение продуктов ядерных реакций на отдельные элементы не требовалось. Это значит, что сразу после конца облучения можно производить накопление и отделение дочерних продуктов. Для этого 2г комплекса $(NH_4)_2[Gd \cdot ДТПА]$, растворенного в воде (2 мл) с известным избытком ДТПА облучали на выведенном пучке протонов. После облучения раствор разбавляли до 75 мл и добавляли определенное количество гадолиния. При этом избыток комплексобразователя полностью ликвидируется, и с этого момента дочерние продукты начинают стабилизироваться в ионной форме (начало накопления). Потом дочерние продукты выделялись по вышеописанному методу. Таких накоплений производили пять, время накопления - три минуты. Малый интервал накопления был выбран для того, чтобы предотвра-

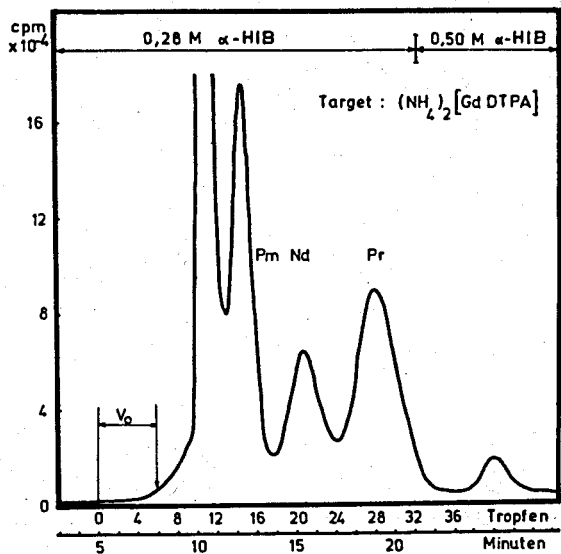


Рис. 1. Обычная хроматограмма для получения чистого неодима из $(\text{NH}_4)_2[\text{Gd ДТРА}]$ мишени.

тить накопление большого количества изобаров ^{135}Pr и ^{134}Pr . Изотопы церия, образовавшиеся в последовательно выделенных фракциях, отделяли путем экстракции $\text{Ce}^{4+}/11/$ через четыре часа после начала накопления, когда изобары ^{135}Pr и ^{134}Pr практически полностью распались.

Для измерения гамма-спектров изотопов неодима и празеодима и дочерних продуктов их распада использовался гамма-спектрометр с детектором типа $\text{Ge}(\text{Li})$ с чувствительным объемом $6,3 \text{ см}^3$ и энергетическим разрешением 4,2 кэв при энергии 1332 кэв. Измерительная техника, а также методика сложения и обработка спектров подробно описаны в работе /12/.

3. Новый изотоп $^{133}_{59}\text{Pr}_{74}$

При изучении гамма-спектров изотопов празеодима нами был обнаружен гамма-переход с энергией 133 кэв, интенсивность которого убывает с периодом полураспада $T_{1/2} = (7 \pm 3)$ мин. Активность с данным периодом полураспада не принадлежит к распаду ранее известных радиоактивных изотопов празеодима. Эта активность может быть идентифицирована как новый изотоп празеодима, или как изомерное состояние в одном из изотопов празеодима или церия.

Рассмотрим возможности идентификации этой активности. Предположим, что обнаруженная активность с $T_{1/2} = (7 \pm 3)$ мин определяет изомерное состояние в одном из изотопов церия, которое образуется при распаде соответствующего изобара Pr . Чтобы проверить это предположение, наряду с изучением спектров гамма-лучей изотопов празеодима в идентичных условиях облучения и химического разделения были изучены спектры гамма-лучей изотопов церия. В этих спектрах мы не обнаружили гамма-лучей с энергией 133 кэв и с $T_{1/2} = (7 \pm 3)$ мин, что отвергает предположение о существовании изомерного состояния с $T_{1/2} = (7 \pm 3)$ мин в изотопах церия.

Если $T_{1/2} = (7 \pm 3)$ мин - период полураспада изомерного состояния одного из известных изотопов празеодима, то такими ядрами его могут быть: ^{137}Pr , ^{136}Pr , ^{135}Pr , ^{134}Pr .

Допустим, $T_{1/2} = (7+3)$ мин - период полураспада ^{137}Pr . В таком случае возможное изомерное состояние должно быть выше основного состояния ^{137}Pr ($T_{1/2} = 76,6$ мин) и иметь энергию $E_{\text{ур.}} \geq 133$ кэв. Тогда изомерное состояние $E_{\text{ур.}} \geq 133$ кэв должно разряжаться в основное или возбужденное состояния ^{137}Pr , или ^{137}Ce , что будет требовать выполнения следующих условий:

1. Мультипольность гамма-перехода с энергией 133 кэв и с $T_{1/2} = (7+3)$ мин, разряжающего изомерное состояние $E_{\text{ур.}} \geq 133$ кэв, должна быть типа Е3 или более высокого порядка, так как мультипольности более низкого порядка не могут объяснить значения периода полураспада возможного изомерного состояния.

2. Полная начальная интенсивность гамма-перехода с энергией 133 кэв и с $T_{1/2} = (7+3)$ мин не должна превышать значения полного числа распадов на уровне ^{137}Ce .

То есть:

$$J_{\text{полн. 133}} \Big|_{t=0} < J_{\Sigma\beta^+} \Big|_{t=0} + J_{\Sigma\epsilon} \Big|_{t=0} \quad (1)$$

В спектре гамма-лучей изотопов празеодима мы наблюдаем гамма-переход с энергией 161,0 кэв и с $T_{1/2} = 76,6$ мин, который идет с первого возбужденного состояния на основное в ядре $^{137}\text{Ce} /3/$. Из схемы распада $^{137}\text{Pr} /3/$ известно, что интенсивность гамма-лучей с энергией 161,0 кэв составляет около одного процента от полного числа распадов ^{137}Pr . Поэтому условие 2 можно переписать в виде

$$J_{\text{полн. 133}} \Big|_{t=0} < 100 J_{\gamma-161} \Big|_{t=0} \quad (2)$$

Предполагая гамма-переход с энергией 133 кэв типа Е3 (условие 1), мы рассчитали полную интенсивность этого перехода и гамма-лучей с энергией 161,0 кэв. Интенсивности переходов были приведены к моменту времени $t=0$ (конец облучения). Значение начальной полной интенсивности гамма-перехода 133 кэв намного превышает начальную интенсивность гамма-лучей 161,0 кэв $J_{\text{полн. 133}} \Big|_{t=0} = 1300 J_{\gamma 161,0} \Big|_{t=0}$, что

противоречит условию 2. Таким образом, предположение о существовании в ядре ^{137}Pr изомерного состояния с $T_{1/2} = (7+3)$ мин можно отвергнуть.

Аналогичные рассуждения и расчеты, проведенные для ядер ^{136}Pr , ^{135}Pr , ^{134}Pr также позволяют исключить возможность существования изомерного состояния с $T_{1/2} = (7+3)$ мин в этих ядрах. Остается единственная возможность приписания обнаруженной активности с $T_{1/2} = (7+3)$ мин новому изотопу празеодима. Этими изотопами могут быть изотопы празеодима с массовыми числами $A \leq 133$.

В спектре гамма-лучей фракции празеодима нами были обнаружены гамма-лучи, принадлежащие к распаду ^{133}Ce ($T_{1/2} = 97$ мин^X, $T_{1/2} = 5,4$ часа) и ^{132}Ce ($T_{1/2} = 4,5$ часа). Это известные гамма-лучи с энергией 97,1 кэВ ^{133}Ce ; 130,0 кэВ ^{133}Ce ; 132,0 кэВ ^{132}Ce . Гамма-линий, принадлежащих к распаду изотопов церия с массовым числом $A \leq 131$, в спектре фракции празеодима не обнаружено. Значит, гамма-линии ^{133}Ce и ^{132}Ce могут появиться только за счет распада соответствующих изобаров празеодима - ^{133}Pr и ^{132}Pr .

Предположим, что активность, убывающая с $T_{1/2} = (7+3)$ мин, определяет период полураспада нового изотопа ^{132}Pr . При этом должны возбуждаться уровни ^{132}Ce , и гамма-лучи с энергией 133 кэВ должны идти с одного из этих уровней.

Авторы работы /14/ изучали возбужденные состояния ^{132}Ce . При этом не было обнаружено гамма-перехода с энергией 133 кэВ. Из схемы уровней ^{132}Ce /14/ известно, что самым интенсивным переходом является гамма-переход с энергией 325,4 кэВ. В изученном нами спектре гамма-лучей мы не обнаружили гамма-линии с таким значением энергии. Поэтому активность с $T_{1/2} = 7+3$ мин не может определять период полураспада ^{132}Pr .

Последней возможностью идентификации новой активности с $T_{1/2} = (7+3)$ мин является приписание ее к распаду изотопа ^{133}Pr . Приведем еще один аргумент в пользу такой идентификации.

В разделе 2 этой статьи описан метод накопления и выделения дочерних продуктов распада неодима из комплексного соединения в раст-

вор. Таких выделений было проведено 5, время накопления составляло 3 мин. В дальнейшем из этих растворов выделялись вторичные дочерние изотопы церия в виде Ce^{4+} и изучался их гамма-спектр с помощью полупроводникового гамма-спектрометра. В гамма-спектрах церия были обнаружены гамма-линии, принадлежащие к распаду ^{133}Ce (97,1 кэв и 130,0 кэв). Определение периода полураспада материнского изобара по интенсивности гамма-линий 97,1 кэв и 130,0 кэв последовательно накопленных препаратов церия, приводит к значению $T_{1/2} \approx 6$ мин. Данная активность несомненно обязана распаду материнских изобаров ^{133}Ce , а именно ^{133}Pr или ^{133}Nd .

Активности с $T_{1/2} \approx 6$ мин, известные во фракции неодима, приписаны к распаду изотопов неодима с $A \geq 134$. Предполагается, что ^{133}Nd имеет период полураспада $T_{1/2} < 1$ мин. То есть, активность с $T_{1/2} \approx 6$ мин относится к распаду ^{133}Pr .

Совокупность приведенных аргументов позволяет заключить, что обнаруженная новая активность с $T_{1/2} = (7 \pm 3)$ мин определяет период полураспада нового изотопа ^{133}Pr , при распаде которого излучаются гамма-лучи с энергией 133 кэв.

4. Схема распада $^{134}_{59}\text{Pr}_{75}$

Распад ^{134}Pr с $T_{1/2} = (17 \pm 2)$ мин изучался в работе /7/. Были обнаружены гамма-переходы с энергиями 409,0; 640,0 и 980,0 кэв и определена граничная энергия β^+ -распада.

В реакции $^{122}\text{Sn}(^{16}\text{O}, 4n)^{134}\text{Ce}$ возбуждались уровни ^{134}Ce /14/. При этом было установлено существование квазиротационной полосы с $I^{\pi}\text{K} = 2^+0; 4^+0; 6^+0; 8^+0$. Авторы работы /14/ определили энергии и относительные интенсивности гамма-переходов, разряжающих эти состояния.

В данной работе продолжено изучение распада ^{134}Pr . В спектре гамма-лучей изотопов празеодима были обнаружены гамма-лучи, которые по периоду полураспада приписаны к распаду ^{134}Pr . Экспериментальные данные, полученные нами, сравниваются с данными других авторов /7,14/ (таблица 2).

Таблица 2

Значения энергий и относительных интенсивностей
гамма-лучей, возникающих при распаде ^{134}Pr

E_{γ} (кэВ) /7/	E_{γ} кэВ /14/	Данная работа	
		E_{γ} (кэВ)	J_{γ} (отн.ед)
		383,0	8
409,0	409,2	409,2	100
-	-	556,7	22
640,0	639,3	639,0	36
-	813,9	-	-
-	907,0	-	-
-	946,5	-	-
960	-	965,6	14

Как видно из таблицы 2, гамма-переходы с энергией 383,0 и 556,7кэВ в данной работе обнаружены впервые. На рис. 2 приведена дополненная нами схема уровней ^{134}Ce .

На основе энергетического баланса и учета высокой интенсивности гамма-переходов 556,7 и 965,6 кэВ, можно ввести в схему уровней ^{134}Ce новый уровень с энергией $E_{\text{ур}} = 965,6$ кэВ. Этот уровень разряжается как в основное состояние $1^{\pi}\text{K}=0^{+}0$, так и на уровень с энергией $E_{\text{ур}} = 409,2$ кэВ и квантовыми характеристиками $1^{\pi}\text{K} = 2^{+}0$. Поэтому, уровню с энергией 965,7 кэВ можно приписать квантовые характеристики $1^{\pi} = 2^{+}$. Кроме того, сильная заселенность этого уровня позволяет предположить, что он является "квази-гамма-вибрационным" уровнем с $1^{\pi}\text{K} = 2^{+}2$. Аналогичные уровни были интерпретированы в ядрах: $^{132}_{54}\text{Xe}_{78}$, $^{134}_{56}\text{Ba}_{78}$, $^{136}_{58}\text{Ce}_{78}$, $^{132}_{56}\text{Ba}_{76}$.

Предположив мультипольность типа E2 для переходов 556,7 и 965,6 кэВ, мы рассчитали отношения приведенных вероятностей гамма-переходов с "квази-гамма-вибрационного" уровня ($E_{\text{ур}} = 965,6$ кэВ $1^{\pi}\text{K} = 2^{+}2$) на уровни с $1^{\pi}\text{K} = 2^{+}0$ ($E_{\text{ур}} = 409,2$ кэВ) и $1^{\pi}\text{K} = 0^{+}0$ (основное состояние). Эти расчетные данные приведены в таблице 3. В

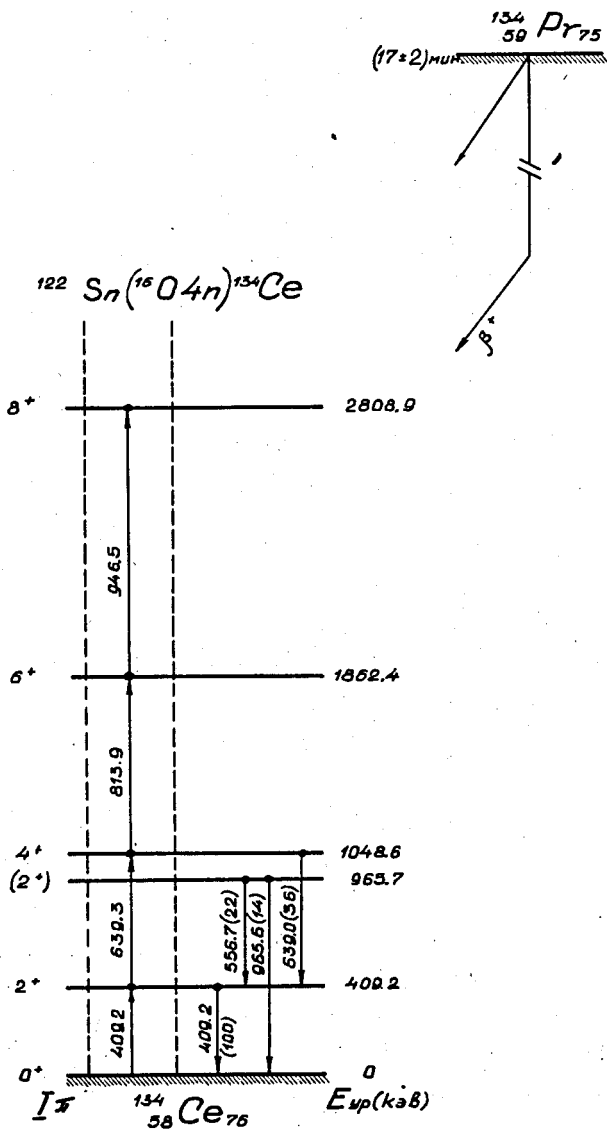


Рис. 2. Схема уровней ^{134}Ce .

ней же приведены аналогичные расчеты для ядер: ^{132}Xe , ^{134}Ba , ^{136}Ce и ^{132}Ba .

Таблица 3

Отношения приведенных вероятностей гамма-переходов, идущих с "квази-гамма-вибрационных" уровней ($1^\pi K = 2^+ 2$) на уровни $1^\pi K = 2^+ 0$ и $1^\pi K = 0^+ 0$

Ядра /1,5/	Энергия квази-гамма-вibr. уровня $1^\pi K = 2^+ 2$	Переход между состояниями $2^+ 2 \rightarrow 0^+ 0$		Переход между состояниями $2^+ 2 \rightarrow 2^+ 0$		$\frac{B(E2)[2^+ 2 \rightarrow 0^+ 0]}{B(E2)[2^+ 2 \rightarrow 2^+ 0]}$
		E_γ кэВ	I_γ	E_γ кэВ	I_γ	
$^{132}_{54}\text{Xe}_{78}$	1298,0	1298,0	5	630,0	95	680
$^{134}_{56}\text{Ba}_{78}$	1168,0	1168,0	1,8	563,0	6,0	180
$^{136}_{58}\text{Ce}_{78}$	1090,4	1090,4	36	538,9	100	95
$^{132}_{56}\text{Ba}_{76}$	1032,0	1032,0	10	567,8	20	40
$^{134}_{58}\text{Ce}_{76}$	965,6	965,6	14	556,7	22	25

Отношение приведенных вероятностей $\frac{B(E2)(2^+ 2 \rightarrow 0^+ 0)}{B(E2)(2^+ 2 \rightarrow 2^+ 0)}$ меняется от бесконечности до $\approx 0,7$ при переходе от фоновой модели сферических ядер к модели сильнодеформированных ядер. По мере удаления ядер от заполненных оболочек ($Z = 50$ и $N = 82$), отношение приведенных вероятностей должно в таком случае уменьшаться, что и наблюдается в таблице 3.

Таким образом, можно считать введенный нами уровень с энергией 965,6 кэВ "квази-гамма-вибрационным" уровнем с $1^\pi K = 2^+ 2$.

5. Схема распада $^{135}_{59}\text{Pr}_{76}$

Изотоп ^{135}Pr с периодом полураспада $T_{1/2} = 22$ мин был открыт в 1954 году /13/. Установлено, что при распаде ^{135}Pr излучаются позитроны с граничной энергией $E_{\text{гр.}} = 2500 \pm 100$ кэв и гамма-лучи с энергией ≈ 80 кэв, ≈ 290 кэв и ≈ 300 кэв /1,13/.

Нами были обнаружены еще два гамма-перехода при изучении спектра гамма-лучей изотопов празеодима, принадлежащих к распаду ^{135}Pr . Уточнены энергии ранее известных гамма-переходов и впервые определены их интенсивности. Также уточнено значение периода полураспада ^{135}Pr . Период полураспада, определенный по спаду интенсивности гамма-лучей ^{135}Pr , оказался равным $T_{1/2} = (27 \pm 3)$ мин. Экспериментальные данные о гамма-переходах ^{135}Pr приведены в таблице 4.

Таблица 4

Энергии и относительные интенсивности
гамма-лучей, возникающих при распаде $^{135}_{59}\text{Pr}_{76}$

E_{γ} кэв	I_{γ} отн. ед.	Примечание
83,5	40 ± 5	
214,0	40 ± 5	
297,0	100^{\times}	Интенсивность принята за 100 ед.
485,0	$4,2 \pm 0,8$	
678,0	$7,0 \pm 1,5$	
974,0	слабая	

Используя эти данные, мы предложили фрагмент схемы распада ^{135}Pr (рис. 3). При построении этой схемы исходили из баланса энергии и интенсивностей гамма-переходов.

К сожалению, имеющихся экспериментальных результатов недостаточно для интерпретации возбужденных состояний ^{135}Ce . Но можно предположить, что квантовые характеристики первого возбужденного состояния $E_{\text{ур.}} = 83,5$ кэв, очевидно, будут $I^{\pi} = 3/2^{+}$. Действительно,

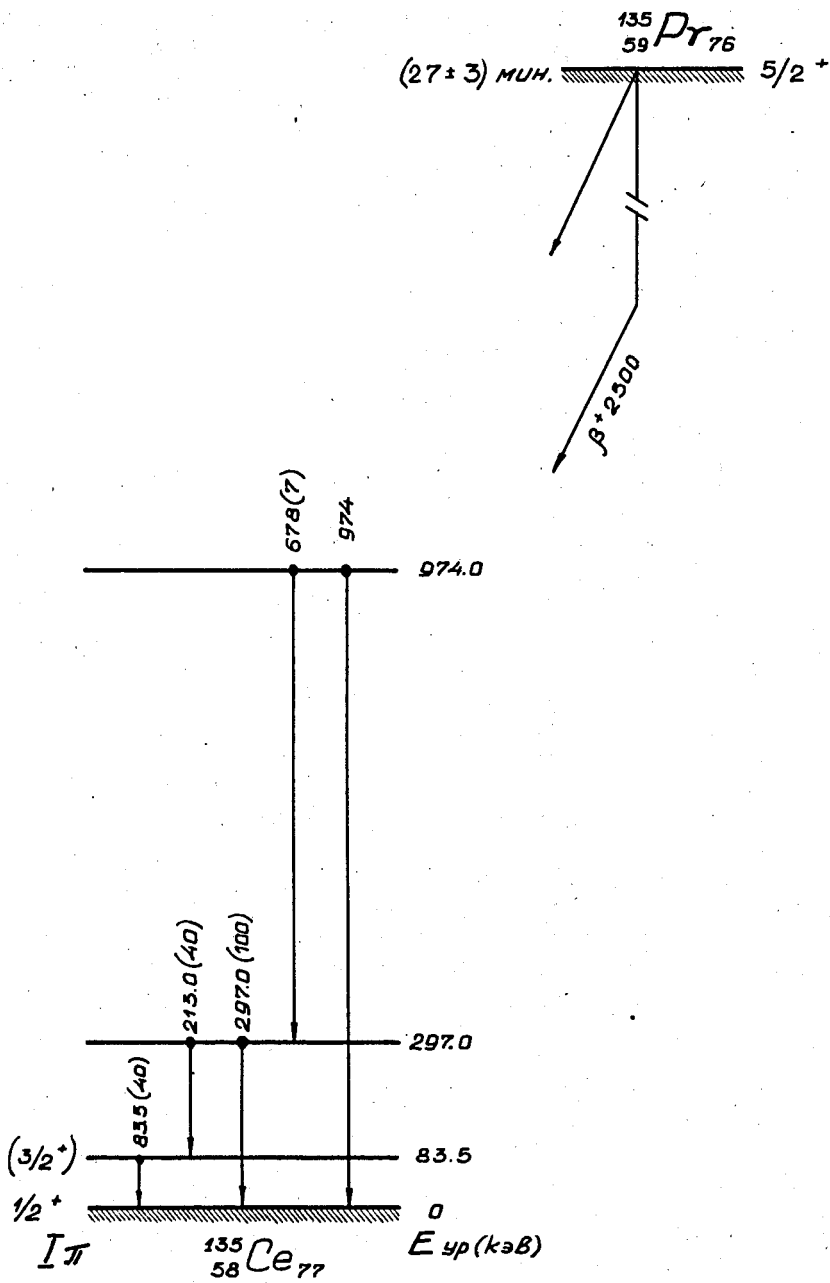


Рис. 3. Схема распада ^{135}Pr .

из систематики свойств основных и первых возбужденных состояний ядер: $^{129}_{52}\text{Tl}_{77}$, $^{131}_{54}\text{Xe}_{77}$, $^{133}_{56}\text{Ba}_{77}$, близких к ядру $^{135}_{58}\text{Ce}_{77}$, видно (рис. 4), что первое возбужденное состояние должно иметь энергию $E_{ур.} \sim 100$ кэв и квантовые характеристики $1^{\pi} = 3/2^{+}$.

6. Новые изотопы ^{134}Nd и ^{135}Nd

При изучении гамма-спектра неодимовой фракции, помимо гамма-переходов, возникающих при распаде известных изотопов неодима, были обнаружены гамма-переходы, интенсивность которых убывает с периодом полураспада порядка нескольких минут.

В первом эксперименте для определения массовых чисел новых активностей через 12 часов после конца облучения из радиоактивных препаратов неодима выделялся образцованный церий. Хотя в неодимовой фракции примеси празеодима были меньше 1%, в гамма-спектре выделенного церия были обнаружены гамма-переходы, принадлежащие к распаду ^{135}Ce ($T_{1/2} = 17,2$ час). Это явно свидетельствует о наличии ^{135}Nd в его фракции. О наличии ^{134}Nd во фракции неодима в этом же опыте трудно было получить достоверные сведения, ибо период полураспада ^{134}Ce составляет 72 часа, и к тому же в гамма-спектре наиболее интенсивный гамма-переход, возникающий при распаде ^{134}Ce с энергией 604 кэв, не разрешается от более интенсивного гамма-перехода с энергией 605 кэв, относящегося к распаду ^{135}Ce .

Для окончательной идентификации новых активностей неодима и определения их периода полураспада нами изучались нарастание и убывание интенсивностей гамма-переходов, возникающих при распаде изотопов неодима и празеодима в препаратах, полученных методом накопления. В одном из опытов, результаты которого мы приводим на рис. 5 и 6, мишень облучалась 10 мин.

Идентификация изотопа неодима с массовым числом 134 и определение его периода полураспада производилась по наиболее интенсивным гамма-переходам распада ^{134}Pr ($T_{1/2} = (17, \pm 2)$ мин) с энергиями 409,2 и 639,0 кэв. На рис. 5 изображены нарастания и убывания интен-

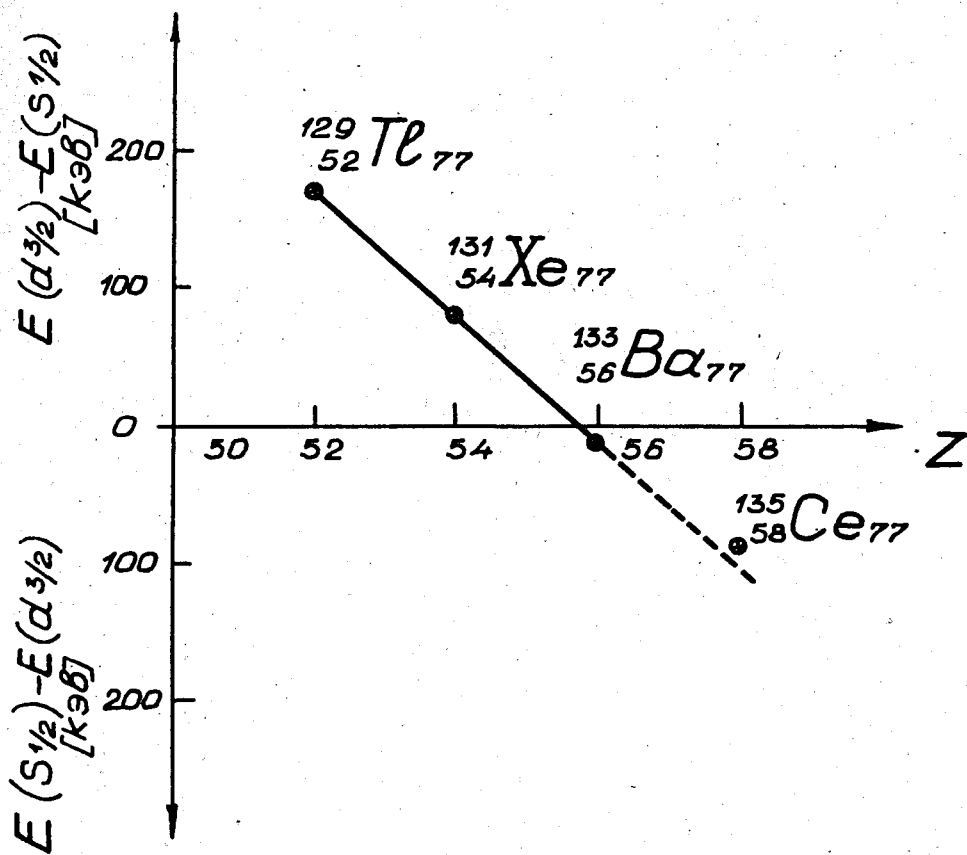


Рис. 4. Сравнение разностей энергий между состояниями $S_{1/2}$ и $d_{3/2}$ для ядер с $N=77$.

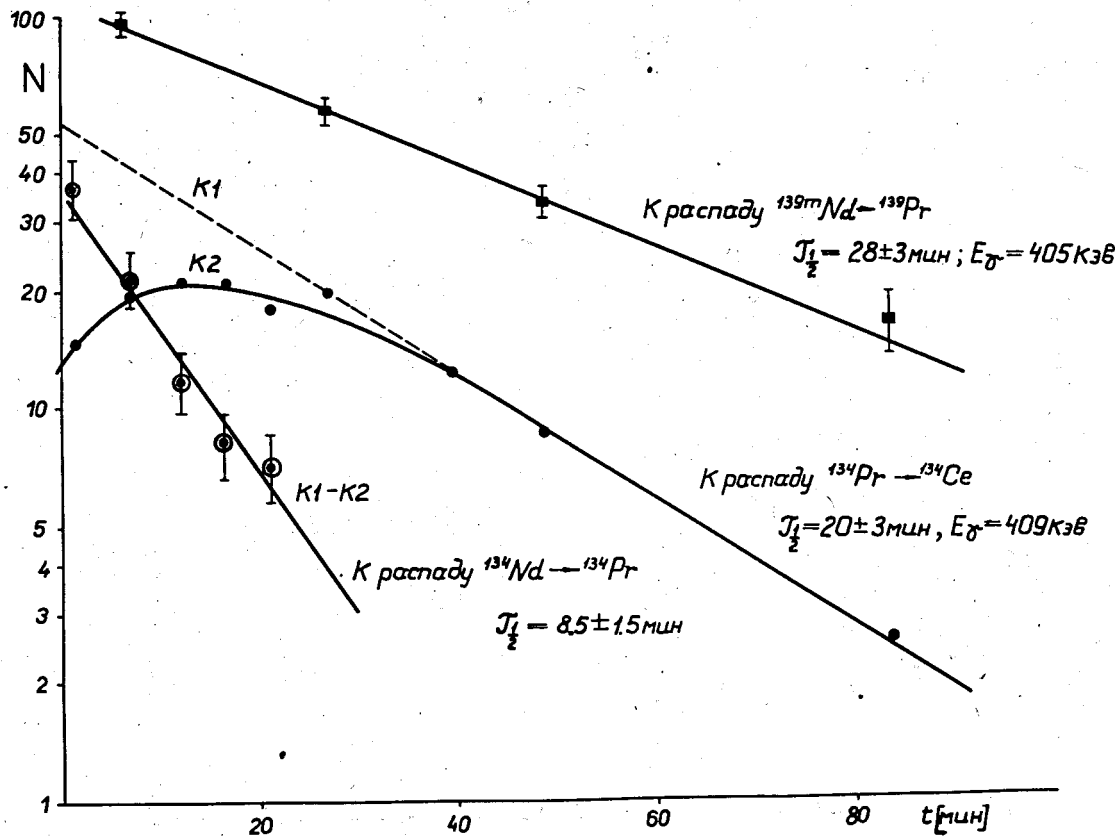


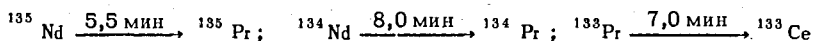
Рис. 5. Кривые анализа нарастания и спада активности γ -лучей с энергией 295 кэВ в γ -спектре неодимовой фракции.

сивности гамма-перехода с энергией 409,2 кэв ^{134}Pr . Период полураспада, определенный по разностной кривой K1-K2, оказался равным $(8,5+1,5)$ мин. При таком же способе определения периода полураспада по разностной кривой гамма-перехода с энергией 639,0 кэв, было получено значение $(9+2)$ мин. На рис. 5 приводится также кривая спада интенсивности гамма-перехода с энергией 405,0 кэв, возникающего при распаде изомера ^{139m}Nd с периодом полураспада $(29+1)$ мин ^{4/}. Наблюдается хорошее согласие полученного в нашем опыте значения периода полураспада со значением, полученным в работе ^{4/}.

Идентификация ^{135}Nd производилась по двум способам. В одном из опытов, как и в случае ^{134}Nd , изучались нарастание и спад интенсивности гамма-перехода с энергией 297,0 кэв, возникающего при распаде ^{135}Pr . Определенный по разности кривых K1 и K2 период полураспада ^{135}Nd оказался равным $(5,5+0,5)$ мин (рис. 6). В другом опыте применялся описанный в разделе 2 метод идентификации нуклидов по вторичным дочерним активностям, обходящий необходимость разделения фракций элементов редких земель до накопления. Период полураспада ^{135}Nd , определенный по убыванию интенсивности гамма-перехода с энергией 265 кэв, возникающего при распаде ^{135}Ce , в последовательно выделенных препаратах цепия равен $(6+1)$ мин.

Заключение

В результате наших исследований в таблицу изотопов неодима и празеодима введены следующие цепочки:



Кроме того, предложен фрагмент схемы уровней ^{135}Ce , а в схеме уровней ^{134}Ce введен "квази-гамма-вибрационный" уровень с энергией 965,6 кэв и квантовыми характеристиками $1^{\pi} K = 2^{+2}$.

В заключение авторы приносят свою благодарность студенту-дипломнику М. Каримову за помощь при обработке экспериментальных результатов по изотопам празеодима.

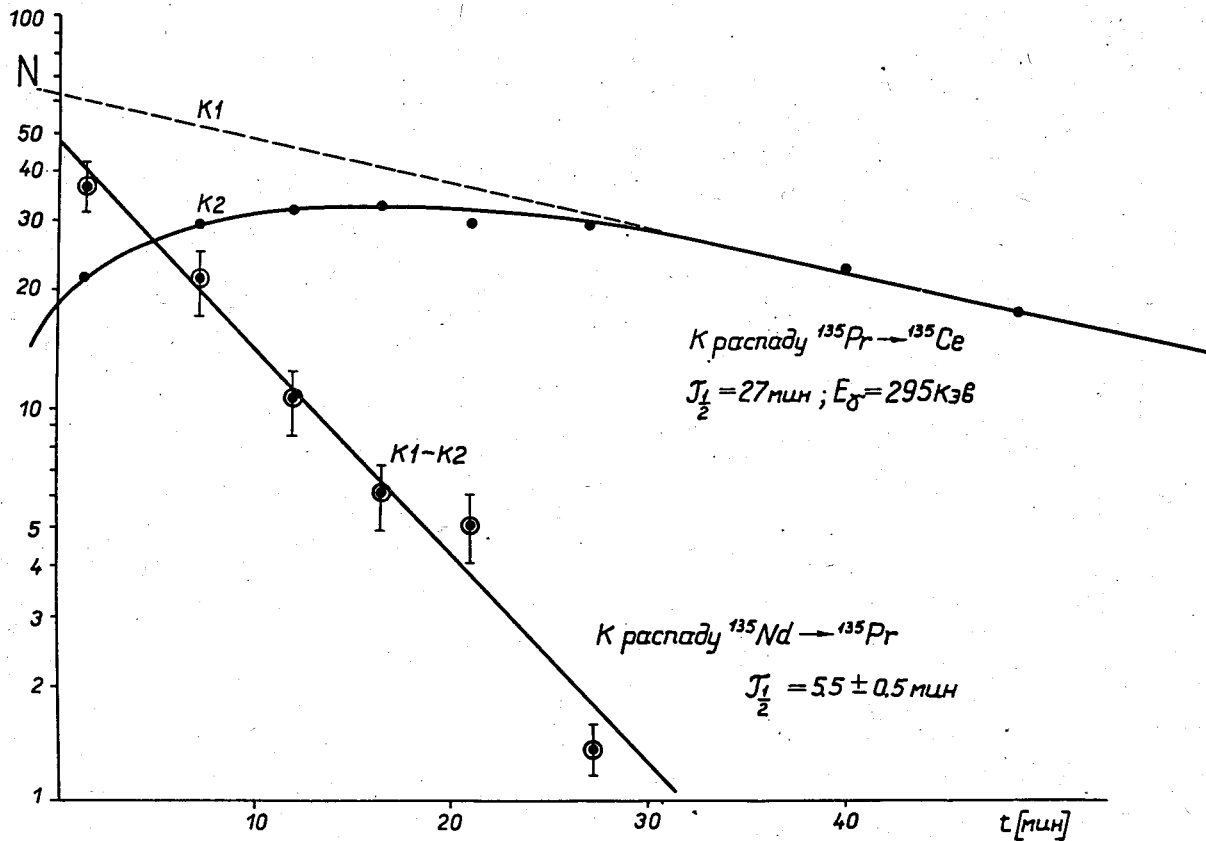


Рис. 6. Кривые анализа нарастания и спада активности γ -лучей с энергией 405 и 409 кэв в гамма-спектре неодимовой фракции.

Л и т е р а т у р а

1. C.M.Lederer, J.M.Hollander, J.Perlman. Table of Isotopes New York, 1967.
2. K.Gromov, V.Kalinnikov, V.Kusnetsov, N.Lebedev, G.Mysiol, E.Herrmann, Zh.Zhelev, B.Dzhelepov, A.Kudryavtseva, Nucl. Phys., 73, 65 (1965).
3. J.R.Van Hise, B.H.Ketelle, A.R.Brosi. Phys. Rev., 153 (1967).
4. Ж.Т. Желев, В.Г. Калинин, Я. Липтак, Л.К. Пекер. Препринт ОИЯИ Р6-3468, Дубна (1967).
5. Ж.Т. Желев, В.Г. Калинин, Я. Липтак, Л.К. Пекер. Препринт ОИЯИ Р6-3823, Дубна (1968).
6. Р. Арльт, Г. Байер, Г. Музиоль, Л.К. Пекер, Г. Пфреппер, Х. Штрусный, Д. Христов. Препринт ОИЯИ Р6-3540, Дубна (1967).
7. J.E.Clackson, R.M.Diamond, F.S.Stephens, I.Perlman. Nucl. Phys., A93, 272 (1967).
8. Р. Арльт, В. Быстров, Г. Музиоль, П. Паатеро, Х. Штрусный. Препринт ОИЯИ 13-3922, Дубна (1968).
9. Г.Ю. Байер, В.А. Халкин, Х. Гроссе-Рюкен. Препринт ОИЯИ Р12-3886, Дубна (1968).
10. Г.Ю. Байер, В.А. Халкин, Х. Гроссе-Рюкен, Г. Пфреппер. Препринт ОИЯИ Р12-3887, Дубна (1968).
11. D.F.Peppard, G.W.Mason, S.W.Moline, J.Inorg. Nucl. Chem., 5, 141 (1957).
12. Р. Арльт, С. Кадыкова, А. Калинин, В. Моисеева, Г. Музиоль, М. Омельяненко, Ю. Прокофьев, Б. Семенов, А. Сиваев, Н. Чистов, Х. Штрусный, Г. Эльснер. Препринт ОИЯИ Р6-3773, Дубна (1968).
13. T.Handley, E.Olson. Phys. Rev., 96, 1003 (1954).
14. David Ward, R.M.Diamond, F.S.Stephens. Nucl. Phys., A117, 309 (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел

3 апреля 1969 года.