

сообщения  
Объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

3636/83

18/4-83

6-83-235

М.М.Михайлова\*, Ц.Вылов, Ж.Желев\*,  
А.Ф.Новгородов, Н.Кирова\*

НИЗКОЛЕЖАЩИЕ  
ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ  $^{128}\text{Xe}$

---

\* ИЯИЯЭ БАН, София.

1983

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Среди четно-четных ядер ксенона  $^{128}\text{Xe}$  занимает промежуточное положение. В его свойствах обнаруживаются характерные для переходных ядер особенности, проявляющиеся с удалением от магических чисел протонов /  $Z = 50$  / и нейтронов /  $N = 82$  /. Для описания спектра возбужденных уровней  $^{128}\text{Xe}$  применялись разные теоретические модели  $^{1-3}$  /, но с их помощью удавалось описать только отдельные характеристики этого ядра.

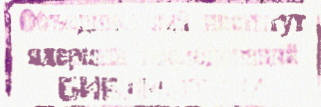
Экспериментально квантовые характеристики состояний  $^{128}\text{Xe}$  изучались по угловым распределениям в ядерных реакциях  $^{4-7}$  / и по угловым корреляциям ядер в распадах  $^{128}\text{I}$   $^{8,9}$  / и  $^{128}\text{Cs}$   $^{3,10}$  /. Радиоактивный распад  $^{128}\text{Cs} / T_{1/2} = 3,9$  мин / изучен недостаточно полно: измерялись в основном  $\gamma$ -лучи и  $\gamma$ - $\gamma$ -совпадения  $^{3,11-13}$  /. Для ряда состояний  $^{128}\text{Xe}$  спины приписаны только на основании  $\log ft$ . Данные о конверсионных электронах трех наиболее интенсивных переходов  $^{128}\text{Cs}$  приводятся в работе  $^{11}$  /. Кроме того, спектры электронов конверсии изучались только в реакциях  $^{128}\text{Te} (\alpha, 2n)$ ,  $^{128}\text{Te} ({}^3\text{He}, 3n)$   $^{7}$  /.

В настоящей работе приведены результаты измерений ЭВК при распаде  $^{128}\text{Cs}$ . Анализ данных об интенсивностях  $\gamma$ -лучей  $^{14}$  / и электронов конверсии позволил определить мультипольный состав 11  $\gamma$ -переходов и сделать заключение о спинах и четностях 6 самых нижних уровней  $^{128}\text{Xe}$ .

## 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Радиоактивный источник Ва получался в реакции  $\text{La}(\text{p}, \text{Xn}, \text{Yp})$  при облучении металлического La / 3 г / на внутреннем пучке синхротрона в течение 2 - 2,5 ч протонами с энергией  $E_p = 660$  МэВ и интенсивностью порядка 2 мкА. Ва соосаждался с сульфитом свинца и затем отделялся от него на катионообменной колонке. После электролитического осаждения на вольфрамовую проволоку препарат Ва загружался в ионный источник электромагнитного масс-сепаратора. Сбор разделенной по массам активности производился на фольгу из Al. Толщина подложки источника составляла меньше  $0,18$  мг/см $^2$ .

Спектр конверсионных электронов измерялся охлаждаемым Si(Li) - детектором  $80$  мм $^2$  x  $4$  мм с разрешением  $1,1$  кэВ на  $100$  кэВ. Фильтрация низкоэнергетических электронов проводилась с помощью однородного магнитного поля  $H = 750$  Гс  $^{14}$  /. Спектр конверсионных элект-



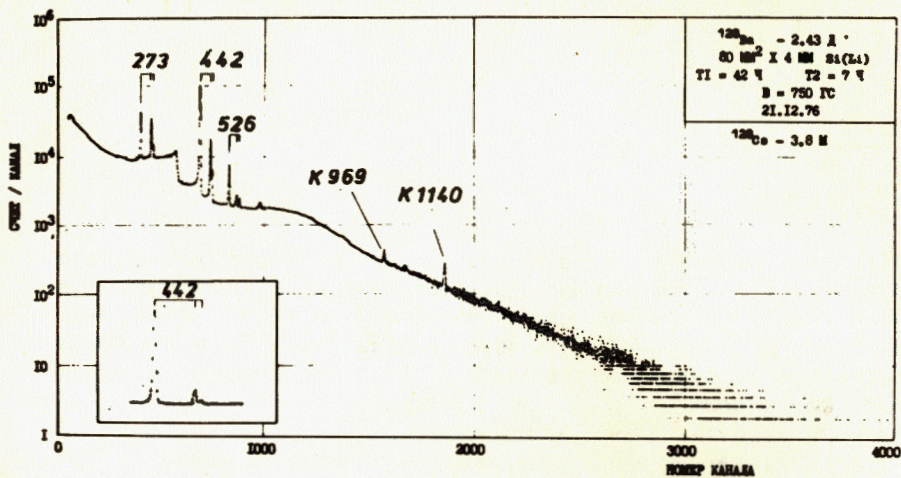


Рис.1. Спектр конверсионных электронов из распада  $^{128}\text{Cs}$ .

ронов показан на рис.1. Интенсивности конверсионных электронов вместе с вычисленными коэффициентами внутренней конверсии /КВК/ и выводами о мультипольностях приведены в таблице. Там же, в колонке 4, даны интенсивности  $\gamma$ -лучей из  $^{14}\text{La}$ , измеренные нами с помощью Ge(Li)-детекторов с чувствительными объемами  $200 \text{ мм}^2 \times 5 \text{ мм}$  и  $38 \text{ см}^3$ . Эффективности спектрометров определялись с использованием наборов многореперных источников  $^{14}\text{La}$ . Сравнение интенсивностей  $\gamma$ -лучей с данными  $^{3,12}$  показывает их хорошее согласие, кроме нескольких  $\gamma$ -переходов, интенсивности которых у нас получаются несколько ниже. Однако КВК, подсчитанные на основании этих данных, находятся в границах теоретически вычисленных КВК  $^{15}$ , тогда как полученные с использованием данных из работ  $^{3,12}$  слегка расходятся с теоретически вычисленными величинами.

КВК нормировались, принимая  $a_K / 442 \text{ кэВ} = 0,01087$ . Из сравнения их с теоретически вычисленными  $^{15}$  делались выводы о мультипольностях  $\gamma$ -переходов. Для перехода 526 кэВ на основе интенсивности К- и L-линий определялась смесь мультипольностей  $96,2\% \text{ E2} + 3,8\% \text{ M1}$ . Этот результат находится в согласии с работой  $^{8}$ , в которой авторы, измеряя  $\gamma$ - $\gamma$ -угловые корреляции, получили мультипольности E2 с примесью  $4,1\% \text{ M1}$ .

### 3. ОБСУЖДЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ $^{128}\text{Xe}$

Часть схемы уровней  $^{128}\text{Xe}$ , которая рассматривается в настоящей работе, показана на рис.2.

Таблица

Интенсивности  $\gamma$ -лучей и электронов внутренней конверсии из распада  $^{128}\text{Cs}$  и выводы о мультипольностях  $\gamma$ -переходов

$E_\gamma$ (КэВ)	УБЛОЧКА	$I_{ce}(\Delta I_{ce})$	$I_\gamma(\Delta I_\gamma)$	$\alpha(\Delta\alpha) \times 10^2$	$\alpha$ -теор. $\times 10^2$		МУЛЬТИП.	
					E2	M1		
1	2	3	4	5	6	7	8	
442,9	K	100,0(2,5)	100,0(2,4)	1,087	1,087	1,34	E2	
	L	15,71(5)		0,171(7)	0,167	0,167		
	M	3,11(32)		0,034(4)	0,033	0,033		
459,9	K	0,112(18)	0,123(9)	1,01(20)	0,95	1,20	E2+M1	
	526,6	K	6,18(22)	8,76(21)	0,766(32)	0,67	0,86	96,2%E2
		L	0,88(7)		0,109(12)	0,096	0,108	+3,8%M1
	M	0,14(5)		0,017(6)				
570,0	K	0,053(8)	0,127(9)	0,45(7)	0,51	0,69	E2	
590,3	K	0,094(15)	0,237(13)	0,431(12)	0,46	0,62	E2	
613,5	K	0,50(5)	1,232(32)	0,45(5)	0,43	0,60	E2	
	L	0,076(16)		0,067(14)	0,064	0,076		
966,6	K	0,022(5)	0,153(15)	0,15(4)	0,156	0,218	E2	
969,5	K	0,285(31)	2,20(6)	0,141(16)	0,151	0,209	E2	
986,7	K	0,018(5)	0,088(10)	0,22(6)	0,146	0,195	M1	
1030,2	K	0,110(17)	0,809(17)	0,148(23)	0,121	0,153	M1(+E2)	
1140,2	K	0,35(8)	4,11(12)	0,092(21)	0,11	0,132	E2	

Спины и четности первых трех состояний: 442 кэВ  $^{2+}$ , 969 кэВ  $^{2+}$  и 1033 кэВ  $^{4+}$ , определенных в предыдущих работах  $^{4-9,11,12}$ , подтверждаются нашими данными об интенсивностях конверсионных электронов для  $\gamma$ -переходов 590 и 969 кэВ /с мультипольностями E2 / и 526 кэВ (E2+M1).

Для состояния 1429 кэВ мы определяем спин и четность  $I^\pi = 3^+$  в соответствии с мультипольностью (M1+E2) $\gamma$ -перехода 459 кэВ, принимая, что уровень 1033 кэВ имеет  $I^\pi = 4^+ / ^{16}$ . Дополнительные соображения к этому - выполнение правила Ритца для переходов 459, 526 и 986 кэВ, а также систематика  $3^+$  состояния в соседних четно-четных ядрах Xe с  $N = 70-78$ . Предложенные нами характеристики соответствуют характеристикам, установленным в  $^{77}$  из ядерных реакций.

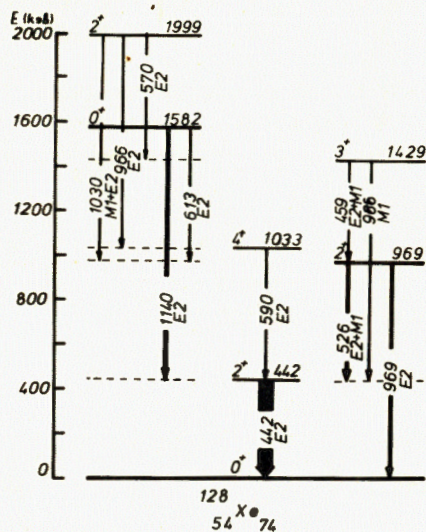


Рис.2. Часть схемы возбужденных состояний  $^{128}\text{Xe}$ .

Уровням 1582 кэВ и 1999 кэВ на основе данных таблицы можно приписать характеристики  $I^\pi = 0^+$  и  $2^+$  соответственно, подтверждая тем самым выводы работы <sup>/3,7,10/</sup>. Эти уровни являются кандидатами в члены квази- $\beta$ -вибрационной полосы в  $^{128}\text{Xe}$  <sup>/10,17/</sup>. Природа состояния 1582 кэВ, однако, сложнее и близка к аналогичному состоянию 1316 кэВ в  $^{126}\text{Xe}$  <sup>/18/</sup>.

Состояние 1429 кэВ  $/3^+ /$  является вторым членом квази- $\gamma$ -вибрационной полосы в  $^{128}\text{Xe}$  <sup>/7/</sup>, построенной на  $2^+$  состоянии 969 кэВ. Из соотношений между энергиями состояний  $3^+$  и  $2^+$ ,  $2^+$ ,  $4^+$  можно сделать некоторые выводы о фоновой природе возбуждений в рассматриваемом ядре. Если  $3^+$ -состояние является следствием возбуждения с  $\nu = 3$  в фоновой модели Бора-Моттельсона, его энергию ( $E_{\nu\beta}$ ) можно получить из энергии фоновых возбуждений с  $\nu < 3$ , связанных генеалогическими коэффициентами <sup>/19/</sup> при предположении, что основной вклад в вибрационный спектр вносят ангармонические поправки первого порядка, описывающие взаимодействия между парами фононов. Пользуясь диаграммой  $[E_{\nu\beta}(3) - E(3^+)] / [E(4^+) - E(2^+)]$  к  $[E(4^+) - E(2^+)] / E(2^+)$ , вычисленной в модели Давыдова-Чабана <sup>/20/</sup> для разных значений параметров  $\gamma$  и  $\mu$ , и значениями  $E_{\nu\beta}$  и  $E_{\text{exp}} / 3^+$  из настоящей работы, мы получили для  $N = 74$  величины  $-0,25$ ;  $+0,15$  /рис.3/. Эти величины локализуют  $^{128}\text{Xe}$  в области с  $\mu \leq 0,4$  и  $20^\circ \leq \gamma \leq 25^\circ$ , что соответствует результатам дина-

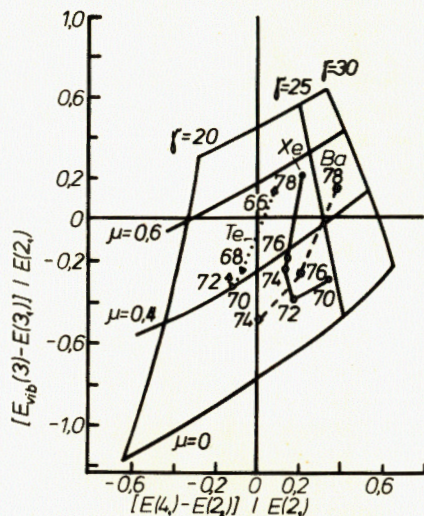


Рис.3. Размещение  $^{128}\text{Xe} / N = 74 /$  в диаграмме, полученной в модели Давыдова-Чабана для разных значений параметров неадиабатичности ( $\mu$ ) и отклонении от аксиальной симметрии ( $\gamma$ ).

мических вычислений коллективных состояний четно-четных ядер  $\text{Xe}$  для  $A = 128$  <sup>/1/</sup>. В работе <sup>/1/</sup> получили  $\gamma_{10} = 27^\circ$  при  $\Delta\gamma_{10} \sim 11^\circ$ . Полученная в настоящей работе оценка отклонения от аксиальной симметрии в  $^{128}\text{Xe}$  указывает на необходимость рассматривать его свойства в модели, учитывающей одновременно  $\beta$  и  $\gamma$  степени свободы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rohozinski S.G. et al. Nucl.Phys., 1977, A292, p.66.
2. Rohozinski S.G. et al. Z.Phys., 1974, 268, p.401.
3. Schneider E.W. et al. Phys.Rev., 1979, C19, p.1025.
4. Bergström I. et al. Nucl.Phys., 1969, A123, p.99.
5. Morinaga H., Lark N.L. Nucl.Phys., 1965, 67, p.315.
6. Betigerri M.G., Morinaga H. Nucl.Phys., 1967, A95, p.176.
7. Goetig L. et al. Nucl.Phys., 1981, A357, p.109.
8. Okano K. et al. Nucl.Instr.Meth., 1973, 108, p.279.
9. Auble R.L. Nucl.Data Sheets, 1973, vol.9, p.157.
10. Singh B. et al. Phys.Rev., 1979, C19, p.2409.
11. Kucarova T. et al. Czech.J.Phys., 1968, B18, p.24.
12. Helmer R.G. et al. Phys.Rev., 1977, C15, p.1453.
13. Droste Ch. et al. Z.Phys., A277, p.167.
14. Вылов Ц. и др. Спектры излучений радиоактивных нуклидов. "ФАН", Ташкент, 1980, с.135.
15. Hager R.S., Seltzer E.C. Nucl.Data Tables, 1968, A4, p.1.
16. Lederer C.M., Shirley V.S. Table of Isotopes, 7th ed. John Wiley and Sons Inc., New York, 1978.
17. Sakai M. Nucl.Data Tables, 1975, vol.15, p.513.
18. Pathak B.P. et al. Phys.Rev., 1976, C14, p.1573.
19. Бор А., Моттельсон Б. Структура атомного ядра. "Мир", М., 1974, т.2.
20. Sakai M. INS-J-140, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
12 апреля 1983 года.

Михайлова М.М. и др.

6-83-235

Низколежащие возбужденные состояния  $^{128}\text{Xe}$

Приведены данные о  $\gamma$ -лучах и ЭВК из распада  $^{128}\text{Cs}$ , измеренные при помощи Ge(Li)- и Si(Li)-детекторов с высоким разрешением и разными чувствительными объемами. Анализ результатов позволил определить мультипольности 11  $\gamma$ -переходов и сделать выводы о спинах и четностях 6 самых нижних уровней  $^{128}\text{Xe}$ . На основе вычисленного параметра  $\gamma$  /из модели Давыдова-Чабана/, для которого получено  $20^\circ \leq \gamma \leq 25^\circ$ , сделан вывод о  $\gamma$ -мягкости изучаемого ядра.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Michailova M.M. et al.

6-83-235

Low-Lying Excited States of  $^{128}\text{Xe}$

Conversion-electron and  $\gamma$ -ray spectra from the decay of  $^{128}\text{Cs}$  have been measured employing high resolution Ge(Li) and Si(Li)-detectors with various sensitive volumes. Internal conversion coefficients of eleven  $\gamma$ -transitions were obtained. Spins and parities determined for the first 6 excited states are discussed. On the basis of the calculated parameter (from the Davydov-Chaban model), for which  $20^\circ \leq \gamma \leq 25^\circ$  is obtained, the conclusion as to the softness of the nucleus under study is drawn.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.