

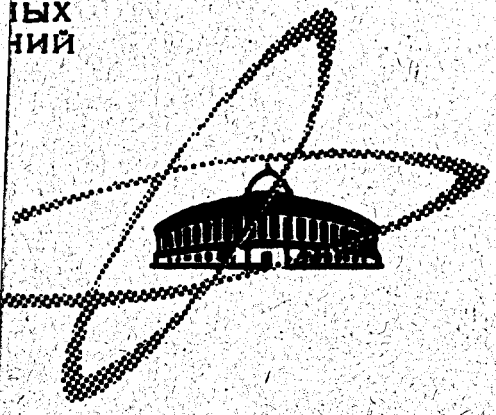
12/5-70

Изв. АН СССР, сер. физ.

1971, т. 35 № 1, с. 43-47

ЫЙ
ИТУТ
ЫХ
НИЙ

6 - 4999



Ж.Т. Желев, Н.Г. Зайцева, С.С. Сабиров

НОВЫЕ 0^+ -СОСТОЯНИЯ В ^{124}Te И ^{126}Te

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1970

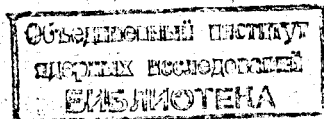
6 - 4999

8306/2.49
Ж.Т. Желев, Н.Г. Зайцева, С.С. Сабилов

НОВЫЕ 0^+ -СОСТОЯНИЯ В ^{124}Te И ^{126}Te

Доложено на XX Ежегодном совещании по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра в Ленинграде, январь-февраль, 1970 года.

Направлено в Изв. АН СССР



Возбужденные уровни теллура ($A = 120, 122, 124, 126$) можно изучать при β^+ -распаде йода, а также при β^- -распаде сурьмы (кроме ^{120}Te). Изучению уровней вышеуказанных ядер теллура посвящено несколько работ /1,2/, которые, в основном, выполнялись при помощи сцинтилляционных γ -спектрометров.

Нами были изучены возбужденные уровни Te из распада $^{120\text{m},5}\text{J}$, ^{122}J , ^{124}J , ^{126}J . Результаты исследований, а также обсуждения природы некоторых уровней Te были опубликованы в работах /3-8/.

Проведенные нами в последнее время измерения γ - γ совпадений и поиски $0^+ \rightarrow 0^+$ переходов дали очень важную информацию о существовании новых состояний с характеристиками 0^+ в ^{124}Te и ^{126}Te . В данной работе мы приводим и обсуждаем только те новые данные, которые получены в последних измерениях.

Приборы и источники

Спектры электронов внутренней конверсии изучались при помощи бета-спектрометра с двойной двукратной фокусировкой пучка на угол $\pi\sqrt{2}$ ($R = 0,20\%$, $\Omega = 0,15\%$).

При помощи двухмерного анализатора γ - γ совпадений на базе ЭВМ "Минск-2" /9/ произведены измерения γ - γ и $\gamma(511)$ - γ совпаде-

ний. При этом использовались два Ge(Li) -детектора с чувствительным объемом 30 см^3 и разрешением у одного 4,0 кэв и у другого 6,0 кэв на γ -линии 1332 кэв ^{60}Co .

Источники для бета-спектрометра изготавливались выпариванием на серебряную фольгу активного раствора фракции йода сразу после ее химического выделения из облученной мишени металлического церия. Выделение фракции производилось после конца облучения через 14-20 часов, т.е. после распада короткоживущих изотопов йода ($^{118\text{мг}}\text{J}$, ^{119}J , $^{120\text{мг}}\text{J}$, ^{121}J , ^{123}J). Препараты для исследования γ - γ -совпадений изготавливались спустя 6 дней после облучения мишени с повторной очисткой препарата йода от дочерних продуктов.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Возбужденные уровни ^{124}Te

На основании γ - γ совпадений нами была построена схема возбужденных уровней ^{124}Te . На схеме указаны энергии, вероятности заселения β -распадом и квантовые характеристики уровней (рис. 1).

Новый уровень 1156 кэв. В γ -спектре совпадений наблюдались совпадения $\gamma(602,5)\gamma(554)$.

При изучении спектра конверсионных электронов были обнаружены К-линии, соответствующие ядерным переходам с энергией 554 и 1156 кэв. Гамма-линия с энергией 1156 кэв в γ -спектре отсутствует, что позволяет отнести этот переход к типу $0^+ \rightarrow 0^+$. Вышеуказанные переходы имеют мультипольности типа E2 и E0, соответственно. Эти данные более уверенно позволяют ввести новое состояние 1156 кэв и приписать ему характеристики $1^\pi = 0^+$. В ядре ^{124}Te полностью возбуждаются уровни триплета двухфонного возбуждения (см. рис. 1).

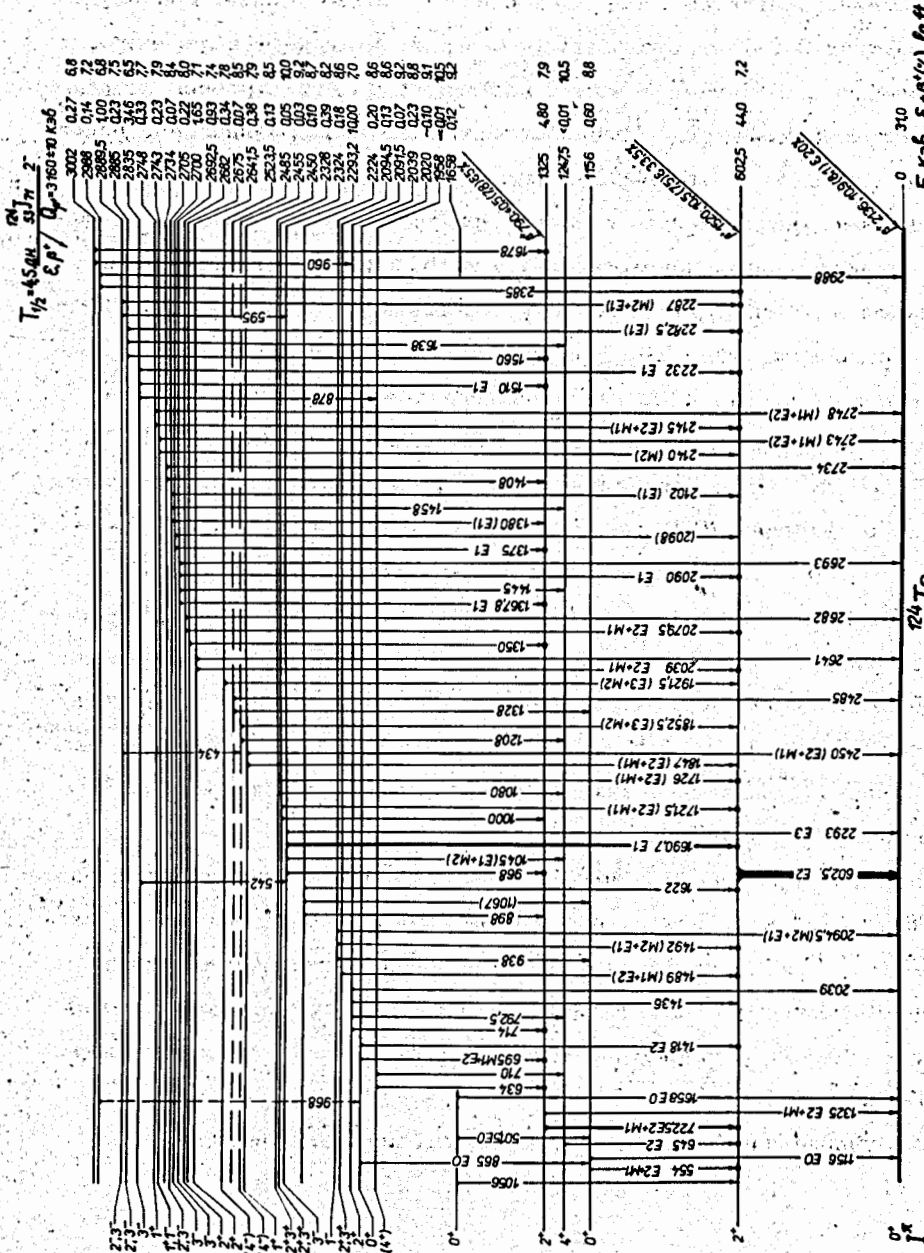


Рис. 1. Схема возбужденных уровней ^{24}Te (\downarrow — совпадения γ -перехода)

Уровень со спином и четностью 0^+ . Уровень с энергией 1658 кэв был введен в работах /10-12/. Лагранж /10/ этому уровню приписал спин и четность 2^+ , а в работе /12/ этому уровню приписаны характеристики 0^+ . Однако в обеих работах не были изучены спектры конверсионных электронов. В наших работах /3,7/ этот уровень не был введен, так как γ -переход 1056 кэв почти совпадал по энергии с пиком двойного вылета от γ -лучей 2080 кэв.

При измерении спектров конверсионных электронов были обнаружены К-линии ядерных переходов 501,5 и 1658 кэв. Соответствующих им γ -лучей в γ -спектре не обнаружено. Значит, эти оба перехода имеют мультипольности типа $E0$. Эти результаты позволили нам более уверенно ввести состояние 1658 кэв и приписать ему спин и четность 0^+ .

Новый уровень 2020 кэв. Совпадения γ (602,5) γ (1418) и γ (722,5) γ (695) более определенно подтверждают существование нового состояния с энергией 2020 кэв. Этот уровень разряжается тремя переходами 695, 865 и 1418 кэв, которые имеют мультипольности типа $E2+M1$, $E0$, $E2$, соответственно. Полученные данные позволяют однозначно приписать уровню 2020 кэв спин и четность 0^+ . В работе /8/ нами были систематизированы возбужденные уровни четно-четных ядер теллура ($A = 120, 122, 124, 126$). По этой систематике для ^{124}Te предполагается уровень с характеристиками 0^+ в области энергии 2,0 Мэв. Это предположение подтвердилось.

Другие уровни. В работах /10,12/ были введены уровни с энергией 2988 и 2224 кэв. Такие уровни ранее нами не были введены в схеме уровней ^{124}Te , так как для этого не было достаточных данных. Измеренные нами γ - γ совпадения подтверждают существование вышеуказанных уровней, а также позволяют ввести новое состояние с энергией 2675 кэв.

Полученные нами последние результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Некоторые данные о коэффициентах внутренней конверсии
на К-оболочке у -переходов в ядре ¹³⁴Te.

Энергия перехода в КЭВ	I_γ	$I_\gamma \cdot 10^3$	$1/\lambda, \cdot 10^4$	Коэффициент конверсии $\times 10^4$			Вывод о мультип.
				E1	E2	M1	
501,5±1,0	< 3	44,0±8,0	> 147	23,0	69,0	80,0	E0
554,0±1,0	~ 3	22,0±6,0	~ 73	18,5	55,0	64,0	M1+E2
602,5±0,5	2320	10000	43,1	43,1	43,1		Принято E2
645,0±0,5	28,5±2,9	92±20	32,2±6,0	13,4	36,1	44,5	E2
695,0±1,0	~ 5	22,0±6,0	44 ± 10	11,2	30,0	37,5	M1+E2
710,0±1,5	4,6±1,5	74 ± 20	161±50	10,8	28,5	35,5	E0+M1+E2
714,0±1,5	4,8±1,5	42 ± 10	87 ± 27	10,5	28,0	35,0	E0+M1+E2
722,5±0,5	321±80	790±80	24,4±5,5	10,0	27,1	34,2	E2+M1
865,0±1,5	< 3	29±10	> 97	7,2	17,0	23,0	E0
1045,0±1,5	13,7±3,0	10±3	7,3±3,0	5,0	11,0	14,7	E1
1156,0±1,5	< 3	45±10	> 150	4,2	9,0	12,0	E0
1658,0±1,5	< 3	1,5±0,7	> 5	2,2	4,5	5,0	(M1+E2) или E0

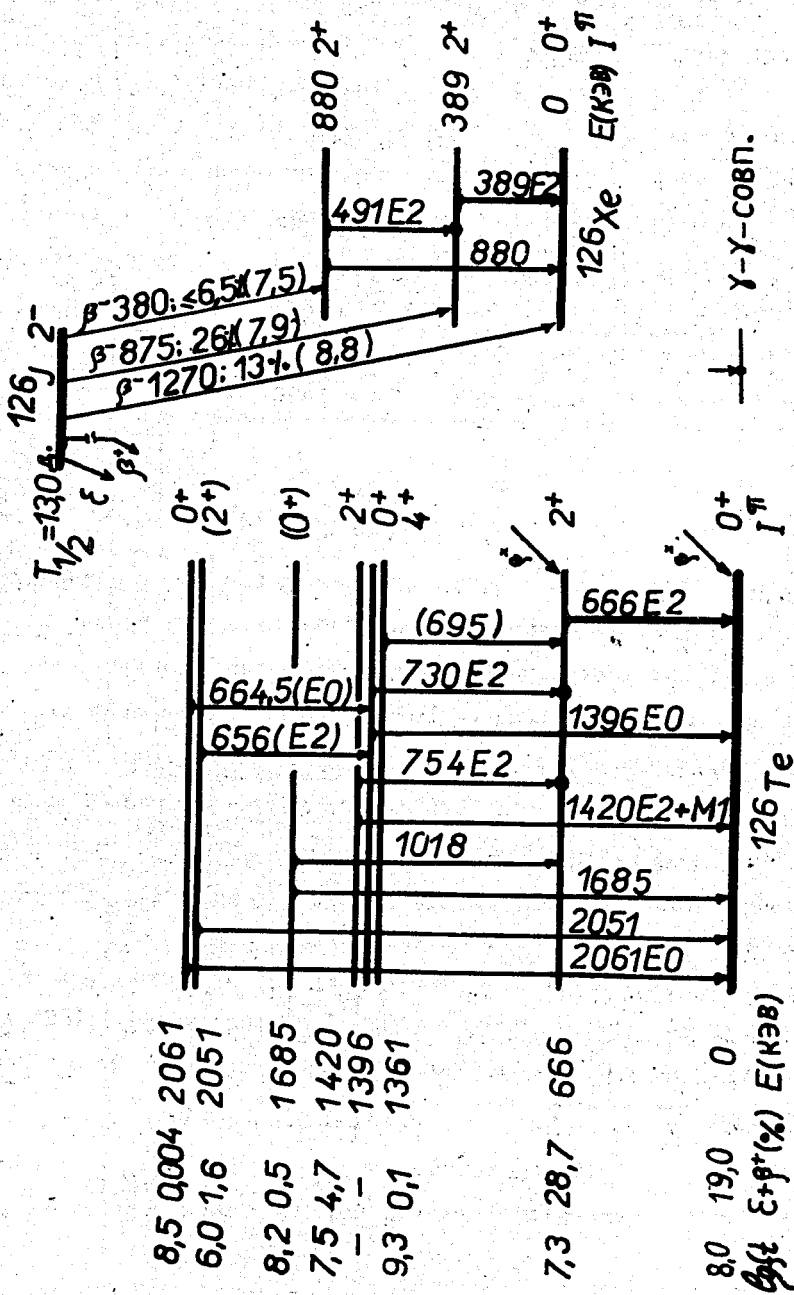
Уровни 0^+ в ядре ^{126}Te

Нами были изучены γ - γ совпадения при распаде ^{126}J . В основном наблюдались γ - γ совпадения: $\gamma(389) \gamma(491)$, $\gamma(666) \gamma(730)$, $\gamma(666) \gamma(754)$. На основании этих данных, а также баланса энергий была составлена схема возбужденных уровней ^{126}Te и ^{126}Xe (рис.2).

Новое состояние 1396 кэв. По данным $\gamma(666) \gamma(730)$ совпадений впервые был введен новый уровень 1396 кэв. В спектре конверсионных электронов обнаружены K-линии, соответствующие ядерным переходам 730 и 1396 кэв. Отсутствие в спектре γ -линии γ 1396 подтверждает, что этот переход типа $0^+ \rightarrow 0^+$. Переходы 730 и 1396 имеют мультипольности типа E2 и E0, соответственно. На основании этого мы однозначно приписываем спин и четность 0^+ уровню 1396 кэв. Этот уровень, возможно, является одним из членов триплета двухфононного возбуждения.

Новый уровень 1685 кэв нами был введен в работе /8/. Он разряжается двумя переходами на состояния $2^+(666 \text{ кэв})$ и 0^+ (основное). Раньше для этого уровня предполагались спин и четность $1^+ /8/$. После анализа полученных результатов выяснилось, что более вероятной характеристикой для уровня 1685 кэв является 0^+ .

Из спектра γ -лучей фракции йода трудно оценить интенсивность $I_{\gamma} 1685^{126}\text{J}$, так как в этой области энергии присутствует интенсивная γ -линия 1691 кэв ^{124}J . Однако по известной интенсивности конверсионной линии K 1685 можно оценить интенсивность γ -лучей, используя теоретическое значение α_K . Если предположим, что переход $I_{\gamma} 1685$ кэв имеет мультипольности типа M1 или E2, то тогда $I_{\gamma} 1685$ кэв составит ≈ 80 единиц ($I_{\gamma} 666$ кэв равна 6790 единиц). При предположении мультипольности E1 - $I_{\gamma} 1685$ кэв равна ≈ 200 единиц. В γ -спектре, снятом на сепарированном источнике $^{126}\text{J} /2/$, γ -линия 1420 кэв с интенсивностью 70 единиц хорошо видна, но в этом γ -спек-



ПИС.2 СХЕМА ВОЗБУЖДЕННЫХ УРОВНЕЙ ^{126}Te И ^{126}Xe .

тре линия 1685 кэв не наблюдалась. Поэтому возможно предположить, что 1685 кэв является $0^+ \rightarrow 0^+$ переходом. Определенное нами для уровня 1685 кэв значение $\lg ft = 8,2$ не противоречит характеристике 0^+ .

Новые переходы. В спектре конверсионных электронов нами обнаружены К-линии, соответствующие ядерным переходам 656 и 664,5 кэв. Их энергии очень близки к энергии очень интенсивного перехода 666 кэв. Поэтому эти линии трудно обнаружить в γ -спектре. Для указанных переходов мы оценили интенсивность I_γ по известным I_K . Переходы 656 и 664,5 кэв по балансу энергии размещаются между новыми состояниями (см. рис. 2).

Полученные результаты приведены в табл. 2.

Природа уровней 0^+

В ядре ^{124}Te и ^{126}Te возбуждается ряд состояний с характеристиками 0^+ . Какова их природа? Первые возбужденные уровни 0^+ (1156 кэв) в ^{124}Te и 0^+ (1396 кэв) в ^{126}Te можно интерпретировать как члены триплета двухфонного возбуждения на основании того, что энергия этих состояний примерно в два раза больше, чем энергия первых 2^+ состояний.

Третьи 0^+ уровни имеют энергии примерно в три раза большие, чем первые 2^+ состояния. Поэтому уровни 0^+ (2020 кэв) в ^{124}Te и 0^+ (2061 кэв) в ^{126}Te возможно классифицировать как члены квинтета трехфонного возбуждения.

Второй 0^+ уровень в ^{124}Te возбуждается в области энергии между двух- и трехфонными состояниями. Для этого уровня (1658 кэв (0^+)), а также для первых 0^+ уровней мы вычислили значения X по следующей формуле:

Таблица 2

Данные о коэффициентах внутренней конверсии на К -оболочке
у -переходов в ядре ^{126}Te и ^{129}Xe

Энергия перехода в КЭВ.	I_{γ}	I_{α}	$I_{\alpha}/I_{\gamma} \cdot 10^3$	Коэффициенты конверсии $\times 10^3$					Вывод о мультип. Е2
				E1	E2	M1	M2	M3	
389,0 \pm 0,5	7194	100	13,9	4,15	13,9	15,0	55,0	170,0	Принято Е2
491,0 \pm 1,0	458 \pm 60	2,5 \pm 1,0	5,5 \pm 2,0	2,45	7,3	8,5	27,5	77,0	Е2
656,0 \pm 1,0	\sim 300*	1,42 \pm 0,60	4,7 \pm 1,2	1,25	3,4	4,1	12,2	29,0	(M1+E2)
664,5 \pm 0,5	\sim 300*	2,8 \pm 1,2	9,3 \pm 3,0	1,25	3,4	4,1	12,2	29,0	(Е0)
666,0 \pm 0,5	6790	23,4 \pm 2,0	3,4	1,25	3,4	4,1	12,2	29,0	Принято Е2
730,0 \pm 1,0	\sim 300*	0,79 \pm 0,20	2,6	1,03	2,6	3,3	9,2	21,0	Е2
754,0 \pm 1,0	856 \pm 100	1,6 \pm 0,7	1,9 \pm 0,7	0,9	2,4	3,2	8,4	19,0	Е2
1396,0 \pm 1,5	< 5	0,04 \pm 0,01	> 8	0,3	0,6	0,8	1,7	3,1	Е0
1420,0 \pm 1,0	66 \pm 12	0,046 \pm 0,010	0,7 \pm 0,2	0,18	0,61	0,72	1,6	2,9	Е2+M1
1685,0 \pm 1,5	< 5	0,04 \pm 0,01	> 8	0,17	0,43	0,49	1,1	1,8	(Е0)
2061,0 \pm 1,5	< 5	0,03 \pm 0,01	> 6	0,16	0,3	0,3	0,7	1,6	Е0

ПРИМЕЧАНИЕ: * -- указаны оценочные значения I_{γ} .

$$X \left(\frac{E0, 0_n^+ \rightarrow 0_g^+}{E2, 0_n^+ \rightarrow 2_1^+} \right) = \frac{2,54 \cdot 10^{-6} A^{4/3} E_\gamma^5}{\Omega_k(Z, K)} \mu_k(0_n^+ \rightarrow 2_1^+),$$

где A - массовое число ядра, E_γ - энергия γ -перехода ($E2$), в кэВ, n - порядковый номер возбужденного уровня 0^+ , $\Omega_k(Z, K)$ берется из таблицы 32. /13/

$$\mu_k(0_n^+ \rightarrow 2_1^+) = \frac{I_k(E0)}{I_k(E2)/a_k(E2)}$$

Определенные значения X для 0^+ уровней приведены в таблице 3. Из таблицы видно, что значения X для 0_1^+ уровня близки в ^{124}Te и ^{126}Te ($\approx 0,20$), но для уровня 1658 кэВ (0^+) величина X значительно меньше ($\approx 0,07$). Из этих данных можно сделать вывод, что уровни

Таблица 3

Значение X для уровней 0^+

Ядро	Энергия уровня 0_1^+ (в кэВ)	Энергия уровня 0_2^+ (в кэВ)	$X(0_1^+)$	$X(0_2^+)$
^{124}Te	1156	1658	0,183	0,067
^{126}Te	1396	(1685)	0,259	-

0_1^+ имеют одинаковую природу, а уровень 0_2^+ (1658 кэВ) по природе отличается от уровня 0_1^+ . Какова его природа? На этот вопрос пока ответить трудно.

Л и г е р а т у р а

1. С.М. Lederer, J.M. Hollander, I. Perlman. Table of Isotopes (1967).
2. J.M. Lagrange, G. Albouy, L. Marcus, M. Pautrat, H. Sergolle, O. Rahmoni. Ann. Phys. t2 , 141 (1967).
3. Ж.Т. Желев, Н.Г. Зайцева, М.Г. Лошилов, У.К. Назаров, С.С. Сабилов, Я. Урбанец. Международный симпозиум по структуре ядра, 4-11 июля, Дубна, СССР, 1968.
4. Ф. Бечварж, Ж.Т. Желев, Н.Г. Зайцева, М.Г. Лошилов, У.К. Назаров, С.С. Сабилов. Программа и тезисы докладов XIX ежегод. совещ. по ядерной спектр. и структ. атом. ядра. Ереван, 1969, стр. 75.
5. А.И. Ахмаджанов, Ж.Т. Желев, Н.Г. Зайцева, М.Г. Лошилов, У.К. Назаров, С.С. Сабилов, Х. Штрусный. Программа и тезисы докладов XIX ежегодн. совещ. по ядер. спектр. и структ. атом. ядра. Ереван, 1969, стр. 77.
6. Ж.Т. Желев, Н.Г. Зайцева, С.С. Сабилов. Тезисы докладов XX ежегодного совещ. по ядерн. спектр. и структ. атом. ядра. Ленинград, 1970 г., часть первая, стр. 76.
7. Ф. Бечварж, К.Я. Громов, Ж.Т. Желев, Н.Г. Зайцева, М.Г. Лошилов, У.К. Назаров, С.С. Сабилов. Препринт ОИЯИ 6-4217, Дубна, 1968. Изв. АН СССР, сер. физ., 8, 1329 (1969).
8. С. Габраков, Ж.Т. Желев, Н.Г. Зайцева, И. Пенев, С.С. Сабилов. Препринт ОИЯИ 6-4813, Дубна, 1969.
9. В.С. Александров, Ф. Дуда, О.И. Елизаров, Г.П. Жуков, Г.И. Забиякин, З. Зайдлер, И. Звольски, Е.Т. Кондрат, З.В. Лысенко, В.И. Приходько, В.Г. Гришин, В.И. Фоминых, М.И. Фоминых, В.М. Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ 13-4273, Дубна 1969.
10. J.M. Lagrange, Comp.Rend., 267, 1354 (1968).

11. R.A. Mayer. Nucl.Phys., A127, 595 (1969).
12. P.L. Bushnell. Phys.Rev., 179, 1113 (1969).
13. Р.Б. Бегжанов, Д.А. Гладышев, А.А. Исламов, С.Л. Раковицкий.

"Возбужденные состояния ядра". Изд. "Фон", Ташкент, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел

23 марта 1970 года.