

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

С 341.16

A-954



P6-5017

А.И. Ахмаджанов, Р. Брода, В. Валюс,  
И. Звольски, Й. Молнар

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

РАСПАД 105-МИНУТНОЙ АКТИВНОСТИ  $^{181}\text{Os}$

1970

P6-5017

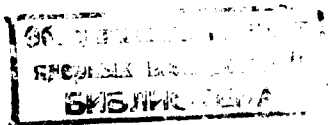
А.И. Ахмаджазов,<sup>\*</sup> Р. Брода, В. Валюс,  
И. Звольски, Й. Молнар

РАСПАД 105-МИНУТНОЙ АКТИВНОСТИ  $^{181}\text{Os}$

Направлено в Изв. АН СССР

---

\* Ташкентский Политехнический институт



8323/1  
ур.

Впервые радиоактивный изотоп  $^{181}\text{Os}$  был обнаружен Сурковым и др. /1/ при исследовании гамма-излучения осмия, выделенного из золотой мишени, облученной протонами с энергией 660 Мэв.

К настоящему времени надежно идентифицированы две активности  $^{181}\text{Os}$  с периодами полураспада 105 и 2,7 минуты. Исследованию этих активностей посвящен ряд работ /2-11/.

Первое подробное изучение распада 105-минутного  $^{181}\text{Os}$  проведено Борсоном /10/, который при помощи полупроводниковых  $\text{Ge}(\text{Li})$  и  $\text{Si}(\text{Li})$ -спектрометров исследовал спектры гамма-лучей и конверсионных электронов. В работе Хармаца и Хандлея /11/ с помощью бета-спектрографов изучался спектр конверсионных электронов в области энергий до  $\approx 1100$  кэв. Некоторые сведения о гамма-гамма-совпадениях приводятся в работе Беяева и др. /4/. Различные варианты схемы распада 105-минутного  $^{181}\text{Os}$  предлагаются в работах /4, 10, 11/.

Об исследованиях распада 2,7-минутной активности  $^{181}\text{Os}$  сообщается в работах /7, 8/. В /8/ идентифицирован бета-переход типа  $a_1$  с  $(4,4 \leq \log ft \leq 4,8)$  между состояниями  $\pi 514\downarrow$  и  $\rho 514\uparrow$ . В /8/ определен также период полураспада уровня  $263 \text{ кэв } 9/2^- [514]^{181}\text{Re}$ :  $T_{1/2} = (156 \pm 10)$  нсек.

В настоящей работе представлены результаты изучения конверсионных электронов, гамма-лучей, гамма-гамма-совпадений, времени жизни

уровня 356,7 кэв ( $5/2^- 1/2 [541]$ )  $^{181}\text{Re}$  и обсуждается предлагаемая схема распада 105-минутного состояния  $^{181}\text{Os}$ .

### Условия эксперимента

#### а) Радиоактивные источники

В наших исследованиях были использованы три типа источников.

1. Осмиевая фракция, выделенная из золота, облученного протонами с энергией 660 Мэв на синхроциклотроне ОИЯИ.

2. Дочерний осмий, накопленный при распаде иридиевой фракции, которая получена при облучении тулиевой мишени ионами  $^{16}\text{O}$  с энергией 93 Мэв на циклотроне У-300 ОИЯИ.

3. Осмиевая фракция, образуемая при облучении лютециевой мишени в виде фольги толщиной  $\approx 4$  мг/см<sup>2</sup> ионами  $^{11}\text{B}$  с энергией 83 Мэв на циклотроне У-300 ОИЯИ.

Источники первого типа использовались при исследованиях конверсионных электронов, а второго и третьего типа - при изучении спектров гамма-лучей и гамма-гамма-совпадений. Способ изготовления источников описан в /12/. В источниках второго и третьего типа примесь соседних изотопов не превышала  $\approx 5\%$ .

#### б) Аппаратура

Для изучения конверсионных электронов мы применяли бета-спектрографы с постоянным однородным магнитным полем /13/. Регистрация электронов производилась на фотопластинках НИКФИ Р-50  $\mu$ . При исследованиях конверсионных электронов с энергиями больше 800 кэв использовался также бета-спектрометр типа  $2 \times \pi \sqrt{2}$ .

Исследование спектров гамма-излучений и гамма-гамма-совпадений производилось с помощью  $\text{Ge(Li)}$  -детекторов с чувствительными объемами 6, 13 и 33 см<sup>3</sup>, имеющих на линиях  $^{60}\text{Co}$  разрешение 4-6 кэв.

Для изучения совпадений между гамма-квантами был использован спектрометр совпадений с разрешающим временем 100 нсек /14/.

При исследовании времени жизни возбужденного состояния  $^{181}\text{Re}$  применялись  $\text{NaJ(Tl)}$  сцинтилляторы совместно с фотоумножителями типа RCA 6810 A и конвертор, преобразующий время в амплитуду, работающий на принципе "старт-стоп" /15/.

### Экспериментальные результаты

Полученные данные об энергиях и относительных интенсивностях гамма-лучей и конверсионных электронов, возникающих при распаде  $^{181}\text{Os}$  ( $T_{1/2} = 105$  мин.), приведены в таблицах 1 и 2, соответственно.

Для определения энергий конверсионных электронов в качестве калибровочных линий были использованы линии  $^{182\text{m}}\text{Re}$  /16/, а при определении энергий гамма-лучей - линии  $^{56}\text{Co}$  /17/. Погрешности определения относительных интенсивностей гамма-излучения приводятся в таблице 1. Кривая зависимости эффективности регистрации гамма-излучения от энергии была получена с помощью изотопов  $^{51}\text{Co}$ ,  $^{169}\text{Yb}$  и  $^{226}\text{Ra}$ . Погрешности в определении интенсивностей конверсионных электронов в области энергий электронов выше 200 кэВ не превышают 20%, а в области более низких энергий могут достигать 40%.

В таблице 3 приведены КВК и делаются выводы о мультипольности переходов. Значения  $\alpha_k$  вычислены в предположении, что переход с энергией 827,0 кэВ типа E2.

При изучении спектров гамма-гамма-совпадений "отбирающим" трактом выделялись линии  $\text{K}\alpha$ ,  $\gamma$  145,0,  $\gamma$  238,7,  $\gamma$  242,7,  $\gamma$  (786,0+787,6) и  $\gamma$  (827,0+831,5). При исследовании совпадений с  $\text{K}\alpha$ -лучами, квантами  $\gamma$  242,7,  $\gamma$  145,0 и  $\gamma$  238,7 кроме обычного способа использовался

ТАБЛИЦА I

Энергии переходов и относительные интенсивности  
гамма-лучей, возникающих при распаде  $^{181}\text{Os}$  ( $T_{1/2} = 105 \text{ мин}$ )

$E_{\gamma}$	$I_{\gamma}$			Классификация
	Наст. работа	Данные /10/	Данные /5/	
1	2	3	4	5
75,73±0,04	21±6	20±5		432,4 → 356,7
100,0 ±0,5	1,5±0,5 <sup>a)</sup>	0,7±0,4		931,7 → 831,5
104,5 ±0,5	1,6±0,5 <sup>a)</sup>	1,0±0,5		931,7 → 827,0
118,01±0,05	64±7	76±8	73	118,0 → 0
145,02±0,06	7±1,5	10,2±2	9,9	263,0 → 118,0
148,66±0,08	0,8±0,3	-		
153,4±0,5	0,3±0,2	-		
158,0±0,5	1,2±0,5 <sup>a)</sup>	0,6±0,5		
167,23±0,06	15±2	27,6±4	22	599,5 → 432,4
210,92±0,12	0,8±0,3	-		
223,09±0,14	1,3±0,5	-		
228,73±0,12	8±2	8±2,5		1060,4 → 831,5
233,63±0,10	9±3	5,1±3		1060,4 → 827,0
238,75±0,11	220±18	258±20	244	356,7 → 118,0
242,74±0,12	30±7	37,8±7		599,5 → 356,7
267,65±0,15	5±1	5±2		867,0 → 599,5
310,5±0,5	1,8±0,5	1,6±0,8		2483 → 2173
324,4±0,2	} 3,8±1,0	-		1192 → 367,0
326,4±0,2		4,3±1,5		1434 → 1108
334,0±0,6	1±0,4	-		1442 → 1108
344,2 ±0,2	1,8±0,3			2483 → 2158
356,7±0,2	8±1,5	7,8±3,2		356,7 → 0
394,0±0,5	2,5±0,5	2,5±1,1		
434,5±0,2	9,5±1,9	11,2±3,5	9,8	867,0 → 432,4
460,5±0,8	1,5±1,0	-		
509 ±1,0	1,0±0,6 <sup>a)</sup>			1108 → 599,5

продолжение таблицы I

1	2	3	4	5
533,5±0,7	4,6±1,5	4,5±2,7		
567,2±0,7	} 4 ± 1,2	2,8±2,0		1434 → 867,0
569,8±0,7		2,4±1,8		
592,0±0,7	3,5±1,3	-		1192 → 599,5
675,4±0,4	7,7±1,8	9,6±3,0		1108 → 452,4
607,2±0,7	2,5±0,8	-		
728,6±0,6	5,1±1,2	6,0±2,3		2867 → 2138
749,6±0,8	} 20±4,5	6,5±3,5		
751,4±0,5		14,1±4,5		1108 → 356,7
759,5±0,5	12±2,2	13,5±3,4		1192 → 452,4
786,0±0,6	3,8±1,2 <sup>a)</sup>	-		1385 → 599,5
787,6±0,4	2,6±3	24,1±4,9	24,4	737,6 → 0
792,0±1,0	3±1	3,1±1,7		
796,9±0,5	6±1,5	5,6±2,1		1059,9 → 263,0
827,0±0,4	100	100±1,3	100	827,0 → 0
831,5±0,4	33±5	40,2±8		331,5 → 0
855,0±1,0	1,0±0,5 <sup>a)</sup>	-		1434 → 599,5
842,5±0,6	4,1±0,8	2,4±1,3		1442 → 599,5
868,0±0,5	10±1,5	14,2±4,5		
872,2±0,5	12±2,3	16,3±4,8		
908,5±1,0	2,0±1,2	-		
920,3±0,5	6,5±1,5	5,4±2,6		2867 → 1946
931,7±0,5	4,1±1,1	7,0±2,4		951,7 → 0
941,5±0,5	5,1±1,3	4,0±1,3		2367 → 1925
955,0±0,5	25±4	27,5±4,8		2015 → 1060,4
960,0±1,0	2,3±1,0	-		
971,0±0,5	6,1±1,5	8,6±3,2		
981,0±0,6	4,1±1,2	4,1±1,4		2173 → 1192
990,6±0,5	7,4±1,5	10,3±3,1		

продолжение таблицы I

I	2	3	4	5
I000,5±0,6	2,6±1,0	4,6±1,7		I000,5 → 0
I009,4±0,6	4,1±1,2	6,2±2,1		I442 → 432,4
I027,0±1,0	1,5±1,0	-		I385 → 356,7
I030,5±0,7	8,2±1,6	9,7±2,6		209I → 1060,4
I044,5±1,0	1,5±1,0	-		
I048,5±1,0	1,5±1,2	-		
I060,4±0,4	28,3,8	30,4±6,1	24,4	1060,4 → 0
I064,0±1,0	1,5±1,2	-		2173 → 1108
I077,3±0,6	2,1,5	-		I434 → 356,7
I086,2±0,6	6,4±2,0	8,3±2,7		I442 → 356,7
III0,9±0,5	10,5±2,1	9,9±3,5		I337 → 327,0
II3I,7±0,6	3,6±1,0	3,9±1,7	12,2	I959 → 827,0
II59,0±1,0	2,6±1,0	-		209I → 931,7
II64,5±1,0	1,0±1,1	-		
II76,5±1,0	1,0±0,8	-		
II8I,5±0,5	5,1±1,1	5,8±2,4		
I234,0±1,0	1,1±0,9	-		
I244,0±1,0	1,2±1,0	-		
I260,0±1,0	1,5±0,7	2,4±1,6		209I → 831,5
I305,0±0,5	9,0±1,6	11,2±3,3	9,8	2173 → 867,0
I325,0±0,6	2,0±0,7	2,8±1,6		I925 → 599,5
I345,2±0,6	5,4±1,3	6,3±2,1		I946 → 599,5
I369,0±1,0	0,7±0,5	-		
I385,5±0,6	6,1,4	6,0±2,0		I385 → 0
I394,2±1,0	0,3±0,2	-		
I405,2±1,0	0,5±0,3	-		
I412,7±1,0	1,0±0,5	-		
I419,4±1,0	0,7±0,5	-		
I434,3±1,0	2,6±1,0	-		I434 → 0



продолжение таблицы I

I	2	3	4	5
I434,3±I,0	2,6±I,0	-		I434 → 0
I442,0±I,0	3,4±I,2	4,9±I,8		I442 → 0
I49I,8±I,0	5,1±I,4	7,0±2,2		I325 → 432,4
I5I4,0±I,0	0,8±0,4	-		I346 → 432,4
I537,5±I,0	I,3±0,5	-		2[38 → 599,5
I552,0±I,0	0,7±0,4	-		2[83 → 93I,7
I568,0±0,8	5,1±I,5	3,6±I,5		I325 → 356,7
I573,0±0,8	5,4±I,5	5,3±2,0		2[73 → 599,5
I530,6±I,0	3,3±I,0	4,5±I,6		I346 → 356,7
I6I9,5±0,8	2,3±I,0	2,0±I,5		
I624,4±0,8	I,8±0,8	2,1±I,I		
I655,7±I,0	0,5±0,3	-		
I659,0±I,0	0,5±0,2	-		
I667,0±I,0	0,5±0,2	-		
I684,6±I,2	0,3±0,2	-		
I704,9±0,6	7,0±I,5	2,1±I,2		2[38 → 432,4
I740,6±0,5	6,2±I,I	8,9±3,5		2[73 → 432,4
I760,7±0,5	4,4±I,0	9,4±3,6		2367 → II08
I780,7±0,5	2,0±0,7	-		2[38 → 356,7
I794,5±I,2	0,8±0,4	-		
I800,8±I,0	I,0±0,4	-		
I826,2±I,0	0,8±0,3	-		2[25 → 599,5
I856,2±2,0	0,3±0,2	-		
I846,0±2,0	0,3±0,2	-		
I866,7±I,7	0,8±0,4	-		
I9I5,0±I,0	0,3±0,2	-		
I927,0±I,5	0,5±0,3	-		
I937,0±I,2	I,0±0,4	-		I957 → 0

продолжение таблицы I

1	2	3	4	5
1946,0±1,2	3,0±1,0	-		1946 → 0
1981,7±1,0	6,0±1,8	8,0		
1995,3±1,5	0,9±0,4	-		2425 → 432,4
2000,4±1,5	0,9±0,5	-		2867 → 867
2015,0±1,5	0,9±0,5	-		2015 → 0
2070,0±2,0	0,2±0,1	-		2425 → 356,7
2096,0±2,0	0,3±0,2	-		
2115,2±2,0	0,8±0,4	-		
2138,0±1,3	3,8±1,0	-		2138 → 0
2156,7±1,5	1,5±0,6	-		
2225,0±2,0	0,8±0,4	-		
2257,8±1,4	1,3±0,5	-		
2267,3±2,0	0,2±0,1	-		2867 → 599,5
2284,5±2,0	0,2±0,1	-		
2302,9±1,4	2,0±0,7	-		
2355,0±2,0	0,2±0,1	-		
2396,0±2,0	0,2±0,1	-		
2436,2±1,5	0,5±0,3	-		
2465,0±2,0	0,2±0,1	-		
2483,0±2,0	0,2±0,1	-		2483 → 0
2528,2±1,5	0,7±0,3	-		
2647,0±2,0	0,2±0,1	-		

a) Значения уточнены на основе данных о совпадениях.

ТАБЛИЦА 2

Интенсивности К-конверсионных электронов, возникших  
при распаде  $^{181}\text{Os}$  ( $T_{1/2} = 105$  мин)

E $\beta$	$I_K$			E $\beta$	$I_K$		
	наст. раб.	данные /I0/	данные /II/		наст. раб.	данные /I0/	данные /II/
75,7	$\lambda_{II} = 50$	94	$\lambda_{II} = 32$	1030,5	0,07	-	0,095
118,0	140	-	98	1060,4	0,12	-	0,076
145,0	1,4	-	-	1086,2	0,029		
148,7	1,0		1,4	1131,7	0,012		
167,2	13	$\lambda_I = 6,5$	9,5	1181,5	0,034		
223,1	0,3	-	0,19	1305,0	0,021		
228,7	$\lambda_I = 0,3$	$\lambda_I = 0,31$	2,1	1325,0	0,009		
233,6	1,4	-	1,9	1345,2	0,015		
238,7	7	9,6	6,0	1385,3	0,012		
242,7	11	9,5	9,4	1491,8	0,017		
267,7	0,8	0,8	1,4	1568,0	0,015		
324,4	0,3	-	0,32	1573,0	0,009		
326,4	0,5	-	0,66	1589,6	0,009		
344,2	0,2	-	0,19	1619,3	0,008		
356,7	0,2	0,1	0,3	1624,4	0,004		
434,5	0,6	0,8	0,9	1704,9	0,015		
675,4	0,25	0,19	0,29	1740,6	0,012		
749,6	} 0,2	-	-	1760,7	0,010		
751,4		0,31	0,27	1780,7	0,005		
759,5	0,25	0,21	0,32	1800,8	0,005		
786,0	} 0,30	-	0,17	1937,0	0,001		
787,6		0,23	0,22	1946,0	0,0016		
827,0	0,57	0,57	0,57	1981,7	0,003		
831,5	0,60	0,67	0,66	2138,0	0,002		
955,0	0,20	0,22	0,27	2156,7	0,0008		
981,0	0,027	-	-	2257,8	0,0005		
				2302,9	0,0008		

Т А Б Л И Ц А 3

Значения  $\alpha_k$  и мультипольности переходов, возникающих при распаде  $^{181}\text{O}_5$

$E_i$	$\alpha_k$		Теоретические значения $\alpha_k$				Выводы о мультипольн.
	наст. раб.	данн./10/ $\frac{I_k}{I_{\text{наст. раб.}}}$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	
118,0	2,2 (0)	1,5 (0)	2,0(-1)	6,0(-1)	2,6(0)	1,7(1)	M+E2
145,0	2,0(-1)		1,2(-1)	3,8(-1)	1,5(0)	8,4 (0)	E1
148,7	1,25(0)	1,75(0)	1,1(-1)	3,6(-1)	1,4(0)	7,7 (0)	M+(E2)
167,2	8,7(-1)	6,3(-1)	8,2(-2)	2,7(-1)	1,0(0)	5,2 (0)	M+E2
223,1	2,3(-1)	1,5(-1)	4,2(-2)	1,3(-1)	4,5(-1)	2,0 (0)	M+E2
228,7		2,6(-1)	3,9(-2)	1,2(-1)	4,2(-1)	1,8 (0)	M+E2
233,6	1,6(-1)	2,1(-1)	3,7(-2)	1,1(-1)	4,0(-1)	1,7 (0)	M+E2
238,7	3,2(-2)	2,7(-2)	3,5(-2)	1,1(-1)	3,7(-1)	1,6 (0)	E1
242,7	3,7(-1)	3,1(-1)	3,3(-2)	1,0(-1)	3,5(-1)	1,5 (0)	M
267,7	1,6(-1)	2,8(-1)	2,6(-2)	8,0(-2)	2,8(-1)	1,1 (0)	M+E2
324,4							M
326,4							M
344,2	1,1(-1)	1,1(-1)	1,7(-2)	4,8(-2)	1,6(-1)	5,8(-1)	M
356,7	2,5(-2)	1,2(-2)	1,5(-2)	4,1(-2)	1,4(-1)	4,8(-1)	M+E2
394,0							E1
434,5	6,3(-2)	6,4(-2)	1,1(-2)	2,9(-2)	1,2(-1)	4,2(-1)	M+E2
592,0							M

продолжение таблицы 3

675,4	3,2(-2)	1,8(-2)	3,8(-2)	3,4(-3)	8,6(-3)	2,4(-2)	6,2(-2)	MI
728,6		2,0(-2)	2,5(-2)	2,9(-3)	7,3(-3)	2,0(-2)	5,0(-2)	MI
749,6	} 1,0(-2)	2,0(-2)	1,3(-2)	2,7(-3)	6,8(-3)	1,8(-2)	4,7(-2)	MI+E2
751,4								
759,5		1,4(-2)	2,7(-2)	2,6(-3)	6,8(-3)	1,7(-2)	4,5(-2)	MI
786,0	} 1,0(-2)		4,5(-2)	2,5(-3)	6,2(-3)	1,6(-2)	4,0(-2)	MI+E2
787,6			8,8(-3)	8,5(-3)				
796,9		7,2(-3)		2,4(-3)	6,2(-3)	1,6(-2)	4,0(-2)	E2
827,0		5,0(-3)	5,7(-3)	2,2(-3)	5,7(-3)	1,4(-2)	3,5(-2)	E2
831,5		1,6(-2)	1,7(-2)	2,2(-3)	5,7(-3)	1,4(-2)	3,5(-2)	MI
872,2		5,8(-3)	1,1(-2)	2,0(-3)	5,1(-3)	1,3(-2)	3,1(-2)	MI+E2
931,7		4,9(-3)		1,8(-3)	4,5(-3)	1,1(-2)	2,6(-2)	E2
955,0		8,0(-3)	1,0(-2)	1,7(-3)	4,3(-3)	1,0(-2)	2,4(-2)	MI
981,0		6,5(-3)		1,6(-3)	4,0(-3)	9,2(-3)	2,2(-2)	MI+E2
1030,5		8,5(-3)	1,2(-2)	1,5(-3)	3,7(-3)	8,0(-3)	2,0(-2)	MI
1060,4		4,3(-3)	2,7(-3)	1,4(-3)	3,5(-3)	7,6(-3)	1,8(-2)	(MI) + E2
1086,2		4,5(-3)		1,3(-3)	3,3(-3)	7,0(-3)	1,7(-2)	MI+E2
1111,7		3,3(-3)		1,2(-3)	3,0(-3)	6,3(-3)	1,5(-2)	(MI)+E2
1181,5		6,7(-3)		1,2(-3)	2,8(-3)	5,8(-3)	1,3(-2)	MI
1305,0		2,3(-3)		1,0(-3)	2,3(-3)	4,5(-3)	1,0(-2)	E2
1325,0		4,5(-3)		9,6(-4)	2,3(-3)	4,3(-3)	1,0(-2)	MI
1345,2		2,8(-3)		9,4(-4)	2,2(-3)	4,2(-3)	9,8(-3)	MI+E2

продолжение таблицы 3

1385,3	2,0(-3)	8,9(-4)	2,1(-3)	3,9(-3)	9,1(-3)	(M1)+E2
1491,8	3,3(-3)	7,8(-4)	1,9(-3)	3,2(-3)	7,6(-3)	M1
1568,0	2,9(-3)	7,2(-4)	1,7(-3)	2,2(-3)	6,7(-3)	M1
1573,0	1,7(-3)	7,2(-4)	1,7(-3)	2,8(-3)	6,6(-3)	E2
1589,6	2,7(-3)	7,0(-4)	1,6(-3)	2,7(-3)	6,4(-3)	M1
1619,3	2,9(-3)	6,8(-4)	1,6(-3)	2,6(-3)	6,1(-3)	M1
1624,4	2,2(-3)	6,8(-4)	1,6(-3)	2,6(-3)	6,1(-3)	M1+E2
1704,9	2,1(-3)	6,3(-4)	1,5(-3)	2,3(-3)	5,4(-3)	M1+E2
1740,6	1,9(-3)	6,1(-4)	1,5(-3)	2,3(-3)	5,1(-3)	M1+E2
1760,7	2,3(-3)	6,0(-4)	1,4(-3)	2,2(-3)	5,0(-3)	M1
1780,7	2,5(-3)	5,9(-4)	1,4(-3)	2,1(-3)	4,8(-3)	M1
1800,8	5,0(-3)	5,7(-4)	1,3(-3)	2,0(-3)	4,7(-3)	M2
1937,0	1,0(-3)	5,0(-4)	1,2(-3)	1,7(-3)	3,9(-3)	E2
1946,0	5,3(-4)	5,0(-4)	1,2(-3)	1,7(-3)	3,9(-3)	E1
1981,7	5,0(-4)	4,9(-4)	1,1(-3)	1,6(-3)	3,7(-3)	E1
2138,0	5,3(-4)	4,2(-4)	9,4(-4)	1,3(-3)	3,0(-3)	E1
2156,7	5,3(-4)	4,2(-4)	9,2(-4)	1,3(-3)	2,9(-3)	E1
2257,8	3,8(-4)	3,8(-4)	8,4(-4)	1,1(-3)	2,6(-3)	E1
2302,9	4,0(-4)	3,6(-4)	8,0(-4)	1,0(-3)	2,4(-3)	E1

а) Значения КВК вычислены в предположении, что переход 827,0 из типа E2 (принято теоретическое значение  $\alpha_K = 5,7 (-3)$  ).

также режим с задержкой 150 нсек в одном из каналов схемы совпадений. В первых двух случаях задержка вводилась в канал, отбирающий линию, в последних двух случаях - в канал, регистрирующий гамма-спектр. Для учета совпадений, связанных с комптоновским фоном под выбранным фотопиком, измерялся одновременно спектр совпадений с участком комптоновского фона вблизи фотопика. Один из спектров совпадений, а именно с  $\gamma$  238,7 показан на рис. 1. В таблице 4 приводятся относительные интенсивности совпадений, полученные после вычета случайных совпадений, совпадений с комптоновским фоном и с учетом эффективностей кристаллов. В этой же таблице даны также интенсивности совпадений, соответствующие схеме распада, изображенной на рисунке 2. Кроме совпадений, приведенных в таблице 4, обнаружены еще совпадения ( $\gamma$  145,0) ( $\gamma$  796,9) и ( $\gamma$  786,0) ( $\gamma$  167,2). Совпадений с  $\gamma$  787,6 в пределах погрешностей опыта найдено не было.

При измерении времени жизни уровня 356,7 кэв были использованы два NaJ(Tl) кристалла. В одном из них выбирался участок спектра, соответствующий квантам с энергией  $170 \pm 20$  кэв, а в другом участок спектра, соответствующий квантам с энергией  $240 \pm 25$  кэв. Временной спектр совпадений показан на рисунке 3. Из трех независимых измерений получено для периода полураспада уровня 356,7 кэв  $^{181}\text{Re}$  значение  $T_{1/2} = (96 \pm 4)$  нсек.

При изучении мягкой области спектра гамма-лучей, возникающих при распаде 2,7-минутной активности  $^{181}\text{Os}$  нами были обнаружены следующие переходы:  $\gamma$  118(24),  $\gamma$  145(100),  $\gamma$  163( $\approx 0,8$ ),  $\gamma$  221( $\approx 0,2$ ),  $\gamma$  253( $\approx 0,2$ ),  $\gamma$  263( $\approx 0,5$ ),  $\gamma$  238( $\approx 1,0$ ). В скобках указаны относительные интенсивности гамма-излучений. При распаде 2,7-минутной активности мы не наблюдали в пределах погрешностей измерений накопления 105-минутной активности  $^{181}\text{Os}$ .

ТАБЛИЦА 4

Относительные интенсивности гамма-гамма-совпадений  
при распаде  $^{181}\text{O}_5$  ( $T_{1/2} = 105 \text{ мин}$ )

$E_{\gamma}$	Совпад. с $K_{\alpha}^A$ )		Совп. с $\gamma_{238,7}^B$ )		Совп. с $\gamma_{242,7}^B$ )		Совп. с $\gamma_{(327,0+331,5)}$	
	ЭКСП.	СХЕМА	ЭКСП.	СХЕМА	ЭКСП.	СХЕМА	ЭКСП.	СХЕМА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
100,0	-	..	-	-	-	-	17	г)
104,5	-	..	-	-	-	-	18	г)
118,0	26	27,6	-	-	25	26,7	-	-
145,0	4,5	3,2	-	-	-	-	-	-
148,7	-	..	5	д)	-	-	-	-
158,0	-	..	-	-	-	-	13	д)
167,0	-	..	100 <sup>B)</sup>	100 <sup>B)</sup>	-	-	-	-
210,9	-	..	7	д)	-	-	-	-
227,0	-	..	25	д)	-	-	-	-
228,7	-	..	-	-	-	-	80	90
233,6	-	..	-	-	-	-	100 <sup>B)</sup>	100 <sup>B)</sup>
238,7	100 <sup>B)</sup>	100 <sup>B)</sup>	-	-	100 <sup>B)</sup>	100 <sup>B)</sup>	-	-
242,7	-	-	240	200	-	-	-	-
267,7	-	-	36	33	-	-	-	-
310,5	-	-	9	8	-	-	-	-
324,4	-	-	} 20	} 18	-	-	-	-
326,4	-	-			-	-	-	-
334,0	-	-	8	7	-	-	-	-
344,2	-	-	9	12	-	-	-	-
356,7	3,2	3,7	-	-	3,3	3,7	-	-
394,0	-	-	22	д)	-	-	-	-
434,5	-	-	70	63	-	-	-	-
567,2	-	-	12	16	-	-	-	-
592,0	-	-	14	23	-	-	-	-



продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
675,4	-	-	63	52	-	-	-	-
687,2	-	-	21	д)	-	-	-	-
728,6	-	-	24	30	-	-	-	-
751,4	-	-	113	100	-	-	-	-
759,5	-	-	87	80	-	-	-	-
786,0	-	-	24	г)	-	-	-	-
835,0	-	-	7	г)	-	-	-	-
842,5	-	-	27	30	-	-	-	-
872,2	-	-	36	д)	-	-	50	д)
920,3	-	-	25	32	-	-	-	-
941,5	-	-	25	34	-	-	-	-
955,0	-	-	-	-	-	-	105	116
931,0	-	-	21	27	-	-	-	-
1009,4	-	-	21	27	-	-	-	-
1027	-	-	10	11	-	-	-	-
1030,5	-	-	-	-	-	-	43	39
1064,0	-	-	15	10	-	-	-	-
1077,3	-	-	10	13	-	-	-	-
1036,2	-	-	30	42	-	-	-	-
1110,9	-	-	-	-	-	-	95	117
1131,7	-	-	-	-	-	-	35	40
1305,0	-	-	50	60	-	-	-	-
1325,0	-	-	20	13	-	-	-	-
1345,2	-	-	30	36	-	-	-	-
1491,8	-	-	40	34	-	-	-	-
1514,0	-	-	8	5	-	-	-	-
1537,5	-	-	8	9	-	-	-	-
1568,0	-	-	} 67	34	-	-	-	-
1570,0	-	36		-	-	-	-	
1589,6	-	-	20	22	-	-	-	-

продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1619,3	-	-	20	д)	-	-	-	-
1704,9	-	-	56	47	-	-	-	-
1740,6	-	-	47	41	-	-	-	-
1760,7	-	-	34	29	-	-	-	-
1730,7	-	-	16	13	-	-	-	-
1826,2	-	-	3	5	-	-	-	-

- а) В каналы, регистрирующие  $K_{\alpha}$  и  $\beta$  242,7 введены задержки 150нсек.
- б) В канал, регистрирующий спектр гамма-лучей введена задержка 150 нсек
- в) Интенсивность совпадений принята за 100 единиц.
- г) Значение интенсивности гамма-перехода уточнено на основе данных о совпадениях.
- д) Переход не размещен в схему распада.





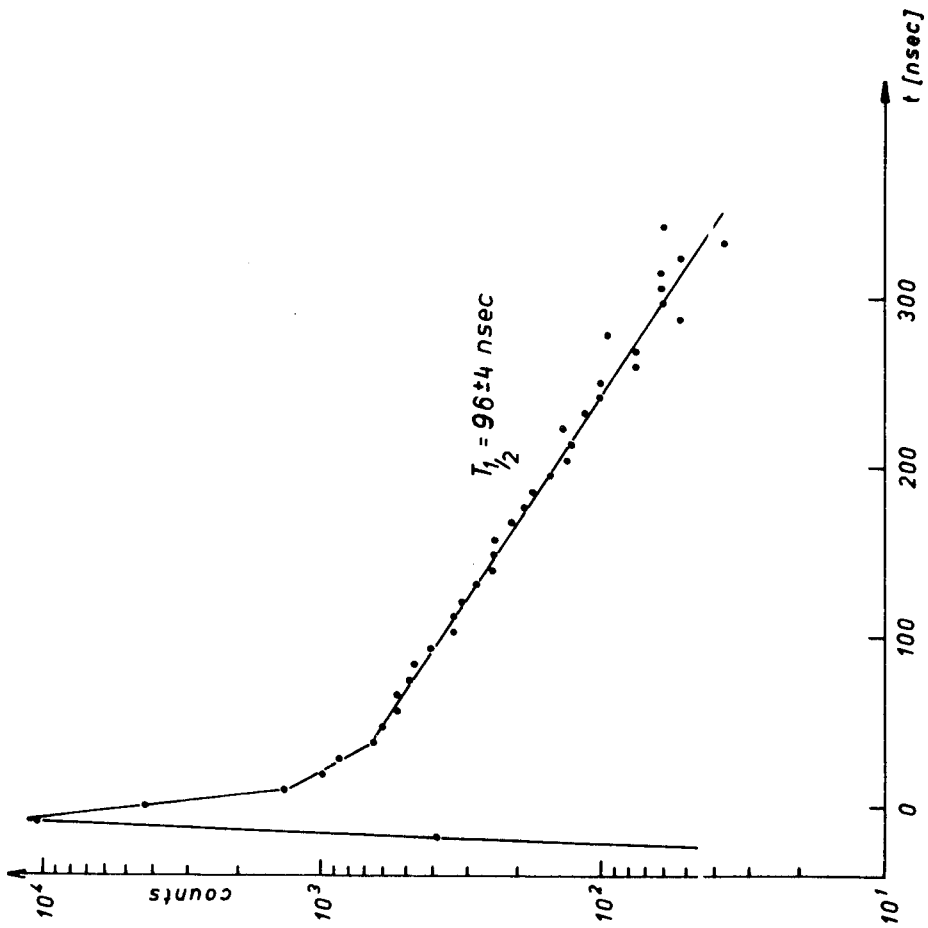


Рис.8. Спектр задержанных совпадений ( $\gamma$  238,7) ( $\gamma$  167,2) уровня 358,7 кэв в  $^{161}\text{Re}$ .

### Обсуждение результатов измерений

а) Основное и изомерное состояния  ${}_{76}^{181}\text{Os}_{105}$ .

В работе /8/ изучался распад 2,7-минутной активности  ${}^{181}\text{Os}$ . При распаде этого состояния  ${}^{181}\text{Os}$  Гоудсмитом /8/ наблюдался бета-переход с  $\log ft = 4,6$  (переход типа  $au$ ). Бета-переходы типа  $au$  в области ядер  $150 < A < 190$  наблюдаются между состояниями  $n514 \downarrow \rightarrow p514 \uparrow$  и  $n523 \downarrow \rightarrow p523 \uparrow$ . Согласно систематике, Гоудсмит интерпретирует обнаруженный им  $\beta$ -распад как переход  $n514 \downarrow \rightarrow p514 \uparrow$  (уровень 263 кэв). Исследования ротационных полос состояний  $402 \uparrow$  и  $514 \uparrow$  в  ${}^{181}\text{Re}$  /18/ показали, что состояние  $9/2^- [514]$  действительно осуществляется при энергии 263 кэв. Таким образом была подтверждена правильность приписания 2,7-минутному состоянию  ${}^{181}\text{Os}$  нильссоновской орбитали  $514 \downarrow$ .

Ядро  ${}^{181}\text{Os}$  характеризуется 105 нечетным нейтроном. Состояния ядер со 105 нечетным нейтроном показаны на рис. 4. Так как основные уровни всех этих ядер характеризуются орбиталью  $514 \downarrow$ , то также 2,7-минутное состояние  ${}^{181}\text{Os}$  ( $514 \downarrow$ ) является, по-видимому, основным. Такому предположению не противоречит тот факт, что при распаде 2,7-минутного состояния не наблюдалось в пределах погрешностей измерений накопления 105-минутной активности. Изомерное состояние ( $T_{1/2} = 105$  мин.)  ${}^{181}\text{Os}$  можно отождествить с нильссоновской орбиталью  $521 \downarrow$ . Как видно из рисунка 4, такое предположение является наиболее вероятным. Изомерный переход между этими состояниями (переход типа M3) пока не обнаружен. По нашим данным о балансе интенсивностей переходов (табл. 5) вытекает, что его интенсивность  $\leq 0,7\%$  на распад.

б) Энергия распада

В работах, посвященных вычислению масс атомных ядер по полуэмпирическим формулам, приводятся для энергии бета-распада  ${}^{181}\text{Os}$  в  ${}^{181}\text{Re}$  значения 290 /19/, 2598 /20/, 2447 /21/, 3200 /22/ и 2245 /23/ кэв.

ТАБЛИЦА 5

Баланс интенсивностей переходов по уровням  $^{181}\text{Re}$   
и значения  $\log ft$  при распаде  $^{181}\text{Os}$  ( $T_{1/2} = 105$  мин)

Энергия уровня (кэВ)	Интенсивность переходов		Электронный захват (%)	$\log ft$ <sup>б)</sup>
	приходя- щих	уходящих		
2367		22,3±4,9	4,9±1,0	≤ 5,5
2433		4,7±1,4	1,0±0,3	6,6±0,5 1,5
2425		1,9±0,8	0,4±0,2	7,1±0,7 -0,5
2173	1,8±0,5	26,2±7,1	5,2±1,6	6,3±0,3 -0,4
2138	7,1±1,6	14,1±3,7	1,5±0,6	6,8±0,7 -0,4
2091		12,1±3,3	2,6±0,7	6,6±0,3
2015		25,9±4,5	5,5±1,0	6,4±0,25
1959		3,6±1,0	0,8±0,2	7,3±0,25
1946	6,5±1,5	12,5±3,7	1,3±0,9	7,1±0,5
1937		11,5±2,5	2,5±0,5	6,9±0,25
1925	5,1±1,3	12,2±3,6	1,5±0,9	7,0±0,3
1442		19,0±5,6	4,0±1,2	6,9±0,25
1434		9,6±4,1	2,0±0,9	7,2±0,25
1335		11,3±3,6	2,4±0,8	7,2±0,25
1192	4,1±1,2	17,1±4,1	2,3±0,9	7,2±0,25
1108	8,9±3,1	23,7±4,9	3,2±1,2	7,1±0,25
1060,4	33,2±5,0	43,2±10	3,2±2,4	7,2±0,5 -0,3
1060		6±1,5	1,3±0,3	7,6±0,25
1000,5		2,6±1,0	0,6±0,2	8,0±0,3
931,7	3,5±1,4	7,2±2,1	0,5±0,5	7,8±0,3
867,0	13±3,2	16±4,5	≤ 2,3	≥ 7,5
831,5	12,6±4,2	33±5	5,4±1,4	7,1±0,25
827,0	26±6	108±10	17,3±2,5	6,6±0,2
787,6		26±3	5,5±0,7	7,1±0,2
599,5	35±10	73±15	8,2±3,3	7,0±0,3

продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
432,4	87±1,9	150±50	≤ 15	≥ 6,8
356,7	228±70	232±20	≤ 19	≥ 6,9
263,0	6±1,5	8,6±2	≤ 0,7	≥ 8,3
118,0	240±65	235±20	≤ 18	≥ 7,0
0	468 <sup>а)</sup>			

а) Значение принято за 100%

б) Значения получены для разности масс  $181_{Os}$  и  $181_{Re}$

$$Q = (3,04 \pm 0,2) \text{ МэВ}$$



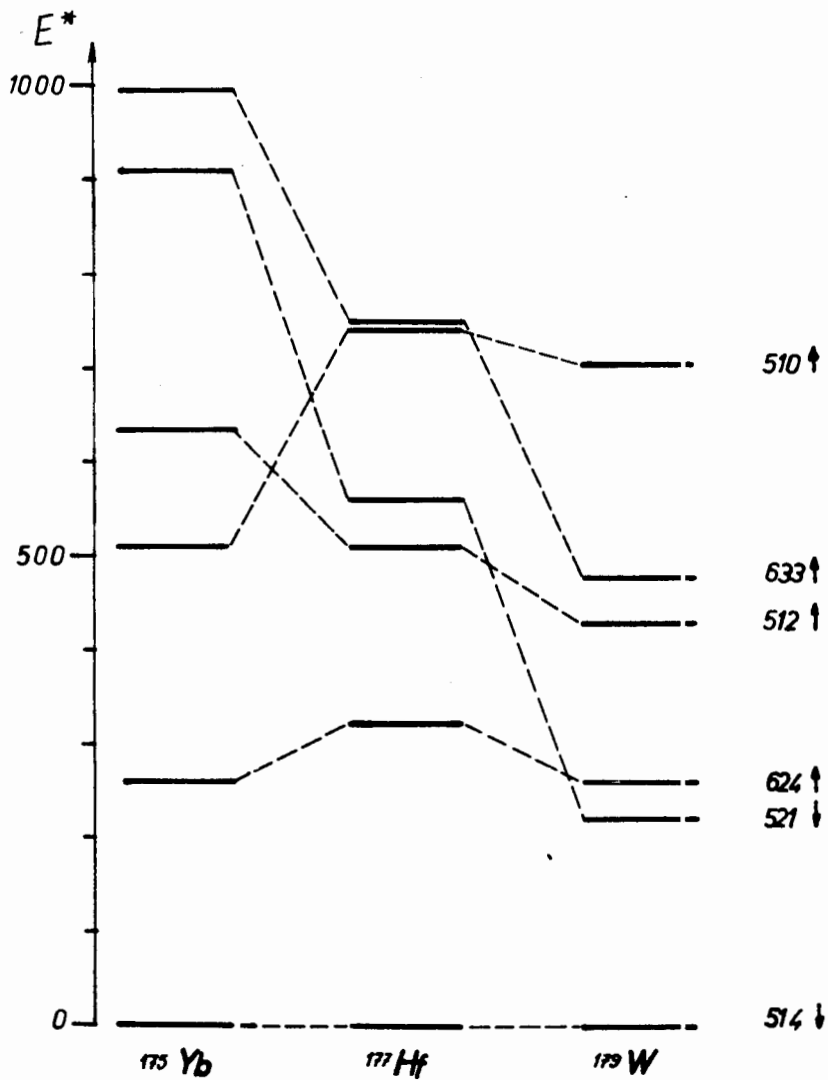


Рис.4. Состояния ядер с 105-ым нечетным нейтроном.

В работе /8/ определена граничная энергия позитронного спектра  $E_{gr.} = (1750 + 200)$  кэв, откуда для энергии распада 2,7-минутного состояния  $^{181}\text{Os}$  в  $^{181}\text{Re}$  следует значение  $(3030 + 200)$  кэв.

Изомерное состояние  $521\downarrow$  в ядре  $^{179}\text{W}$  осуществляется при энергии 221,7 кэв с  $T_{1/2} = 5$  мин. и интенсивность изомерного перехода  $521\downarrow \xrightarrow{M3} 514\downarrow$  составляет  $\approx 35\%$  на распад /11/. Если предположить, что аналогичные состояния осуществляются и в ядре  $^{181}\text{Os}$  и принять фактор задержки  $F_M = 10^4$ , как и в  $^{179}\text{W}$ , то энергия изомерного перехода ( $I \leq 0,7\%$  на распад) должна быть меньше 10 кэв. Поэтому для энергии распада 105-минутного состояния  $^{181}\text{Os}$  в  $^{181}\text{Re}$  мы применяли  $Q = (3040 - 200)$  кэв. Значения  $\log ft$  (таблица 5) были вычислены именно для такой разности масс.

в) Состояния  $^{181}\text{Re}_{106}$ , возбужденные при бета-распаде 105-минутного состояния  $^{181}\text{Os}$ .

Основному состоянию  $^{181}\text{Re}_{106}$ , характеризующемуся 75-ым нечетным протоном, согласно схеме Нильссона можно приписать орбиталь  $5/2^+ [402]$ . Такие квантовые характеристики имеют основные состояния всех известных изотопов рения с нечетным  $A$ . Уровень с энергией 118,0 кэв ( $7/2^+$ ) является членом вращательной полосы основного состояния ( $K = 5/2$ ). Такая интерпретация дана в работах /4,10,11/ и находится в согласии с данными о вращательной полосе основного состояния  $^{181}\text{Re}$ , полученными при изучении реакции  $\text{Ta}(\alpha, n\gamma) ^{181}\text{Re}$  /19/.

Возможными квантовыми характеристиками уровня 263,0 кэв, разрывающегося переходом  $\gamma_{145,0} (E1)$  на состояние  $7/2^+ 5/2 [402]$ , могут быть  $I^\pi = (5/2, 7/2, 9/2)^-$ . Поскольку  $\gamma_{145,0}$  совпадает с задержанными  $Kx$ -лучами, то уровень 263,0 кэв является нильссоновским состоянием  $9/2^- 9/2 [514]$ , сильно возбуждаемым при распаде 2,7-минутного состояния  $^{181}\text{Os}$ . Время жизни этого состояния по данным работы /8/ равно  $T_{1/2} = 156 \pm 10$  нсек. Фактор задержки по сравнению

с одночастичной оценкой Вайскопфа  $F_B = 1,0 \cdot 10^6$  для  $\gamma$  145,0 близок к фактору задержки  $F_B = 1,1 \cdot 10^6$  аналогичного перехода  $\gamma$  381,8, разряжающего состояние  $496,1$  кэв  $9/2^- [514]$  в  $^{183}\text{Re}$ .

Наши исследования подтверждают существование уровней 356,7 ( $5/2^- 1/2 [541]$ ); 432,4 ( $1/2^- 1/2 [541]$ ); 599,5 ( $3/2^- 1/2 [541]$ ); 867,0 ( $3/2^- 3/2 [532]$ ); 827,0 ( $1/2^+ 1/2 [411]$ ); 831,5 ( $3/2^+ 1/2 [411]$ ) и 1060,4 ( $3/2^+ 3/2 [411]$ ), обнаруженных в работах [10,11]. Значения  $\log ft$  для бета-распада на эти уровни (табл. 5) вполне совместимы с указанной интерпретацией.

В ротационной полосе состояния  $1/2^- [541]$  обращают на себя внимание необычные экспериментальные значения параметра инерции ( $\hbar^2/2J = 3,6$  кэв) и параметра развязывания ( $a = 14,6$ ). Расчет по волновым функциям Нильссона приводит к значению  $a = 4,1$ . Для параметра инерции в этой области ядер можно ожидать значения  $\hbar^2/2J \approx 15 + 16$  кэв. Интерпретацию уровней 356,7; 432,4 и 599,5 кэв, как членов ротационной полосы состояния  $541\downarrow$ , следует считать правильной, что кроме прочего подтверждает и наблюдавшееся большое время жизни уровня 356,7 кэв ( $T_{1/2} = 96 + 4$  нсек), указывающее на К-запрещенность переходов на уровни основной ротационной полосы ( $402\uparrow$ ). Эта нерегулярность может быть объяснена влиянием взаимодействия Кориолиса между состояниями  $1/2^- [541]$  и  $3/2^- [532]$ , как и в случае  $^{183}\text{Re} [24]$ . Действительно, если принять для матричного элемента взаимодействия Кориолиса значение, подсчитанное по волновым функциям Нильссона

$$\langle [541] 1/2 | \hat{j}_- | [532] 3/2 \rangle = 4,5,$$

и для инерциального параметра обоих состояний  $\hbar^2/2J = 15$  кэв, а также предположить, что в случае отсутствия взаимодействия Кориолиса состояние  $3/2^- [532]$  лежит на 370 кэв выше, чем состояние  $1/2^- [541]$ ,

с одночастичной оценкой Вайскопфа  $F_B = 1,0 \cdot 10^6$  для  $\gamma$  145,0 близок к фактору задержки  $F_B = 1,1 \cdot 10^6$  аналогичного перехода  $\gamma$  381,8, разряжающего состояние 496,1 кэВ  $9/2^- [514]$  в  $^{183}\text{Re}$ .

Наши исследования подтверждают существование уровней 356,7 ( $5/2^- 1/2 [541]$ ); 432,4 ( $1/2^- 1/2 [541]$ ); 599,5 ( $3/2^- 1/2 [541]$ ); 867,0 ( $3/2^- 3/2 [532]$ ); 827,0 ( $1/2^+ 1/2 [411]$ ); 831,5 ( $3/2^+ 1/2 [411]$ ) и 1060,4 ( $3/2^+ 3/2 [411]$ ), обнаруженных в работах <sup>10,11/</sup>. Значения  $\log ft$  для бета-распада на эти уровни (табл. 5) вполне совместимы с указанной интерпретацией.

В ротационной полосе состояния  $1/2^- [541]$  обращают на себя внимание необычные экспериментальные значения параметра инерции ( $h^2/2J = 3,6$  кэВ) и параметра развязывания ( $a = 14,6$ ). Расчет по волновым функциям Нильссона приводит к значению  $a = 4,1$ . Для параметра инерции в этой области ядер можно ожидать значения  $h^2/2J \approx 15 + 16$  кэВ. Интерпретацию уровней 356,7; 432,4 и 599,5 кэВ, как членов ротационной полосы состояния  $541_{\downarrow}$ , следует считать правильной, что кроме прочего подтверждает и наблюдавшееся большое время жизни уровня 356,7 кэВ ( $T_{1/2} = 96 \pm 4$  нсек), указывающее на К-запрещенность переходов на уровни основной ротационной полосы ( $402_{\uparrow}$ ). Эта нерегулярность может быть объяснена влиянием взаимодействия Кориолиса между состояниями  $1/2^- [541]$  и  $3/2^- [532]$ , как и в случае  $^{183}\text{Re}^{24/}$ . Действительно, если принять для матричного элемента взаимодействия Кориолиса значение, подсчитанное по волновым функциям Нильссона

$$\langle [541] 1/2 | \hat{j}^- | [532] 3/2 \rangle = 4,5,$$

и для инерциального параметра обоих состояний  $h^2/2J = 15$  кэВ, а также предположить, что в случае отсутствия взаимодействия Кориолиса состояние  $3/2^- [532]$  лежит на 370 кэВ выше, чем состояние  $1/2^- [541]$ ,

то экспериментально идентифицированную последовательность уровней состояний  $541_{\downarrow}$  и  $532_{\downarrow}$  можно получить при значении параметра развязывания  $a = 4,2$ . При этих вычислениях мы пренебрегли взаимодействием Кориолиса между уровнями ротационных полос орбиталей  $1/2^{-} [541]$  и  $1/2^{-} [530]$ , так как оно на порядок слабее рассмотренного выше  $\langle [541] 1/2^{-} | \hat{j} - | [530] 1/2^{-} \rangle = 0,7$  и экспериментальная разность уровней  $E_{1/2} [530] - E_{1/2} [541] = 675$  кэВ.

Результаты наших исследований позволили ввести в схему распада ряд новых уровней, а также впервые интерпретировать некоторые ранее известные состояния.

Уровню 787,6 кэВ, разряжающемуся в основное состояние переходом типа  $M1+E2$  и заселяющемуся бета-переходом с  $\log ft = 7,1$ , принадлежат квантовые характеристики  $I^{\pi} = 3/2^{+}$ . Наиболее вероятной интерпретацией этого уровня является его отождествление с нильссоновским состоянием  $3/2^{+} [402]$ . В работе <sup>/11/</sup> этот уровень рассматривался как гамма-вибрационное ( $I^{\pi} = 1/2^{-}$ ) к основному состоянию, что несовместимо с вышеуказанными данными. По нашему мнению гамма-вibrации типа  $\{402^{\uparrow} - Q(22)\}$  осуществляются при энергии 931,7 кэВ. Разрядка уровня 931,7 кэВ происходит на основное состояние, со значением КВК, близким к мультипольности типа  $E2$  (табл. 3), а также слабыми переходами  $\gamma 100$  и  $\gamma 104,5$  на вращательную полосу состояния  $1/2^{+} [411]$ . Способ разрядки и значение  $\log ft = 7,8$  для бета-распада на этот уровень, а также теоретические расчеты, проведенные в работе <sup>/25/</sup>, согласно которым при энергии 930 кэВ должно осуществляться состояние  $\{402^{\uparrow} - Q(22)\}$  58%+ 400^{\uparrow} 38%, вполне совместимы с нашей интерпретацией. Уровень 1000,5 кэВ со значением  $\log ft \approx 8,0$  можно рассматривать как ротационный к уровню 931,7 кэВ. Такие же разности энергий наблюдаются между состояниями  $\{402^{\uparrow} - Q(22)\}$  и их первыми ротационными уровнями во всех нечетных ядрах рения. Отметим также, что от-

ношения моментов инерции гамма-вибрационных и основных состояний нечетных ядер рения равны:  $\frac{J_{[407f-0(22)]}}{J_{\text{осн.}}} = 1,36(^{181}\text{Re}) ; 1,56(^{183}\text{Re}) ; 1,33(^{185}\text{Re})$  и  $1,35(^{187}\text{Re})$ .

Уровни с энергиями 1108 и 1192 кэВ разряжаются только на вращательную полосу состояния  $1/2^-$  [541]. Четности этих уровней отрицательны и возможные значения их спинов  $1/2$  или  $3/2$ . Теоретические расчеты, проведенные для  $^{181}\text{Re} /25/$ , предсказывают, что при энергии 1040 кэВ должно реализоваться одночастичное состояние  $1/2^-$  [530]. Если экспериментально идентифицированный уровень 1108 кэВ отождествить с орбиталью  $530 \uparrow$ , то уровень 1192 кэВ можно рассматривать как член его ротационной полосы со спином  $3/2$ . При такой интерпретации, пользуясь выражением для энергий вращательных уровней нечетных ядер с  $K = 1/2$  и принимая  $\hbar^2/2J = 15$  кэВ, получаем для параметра развязывания значение  $a = 0,87$ . Для аналогичных полос ( $530 \uparrow$ ) в ядрах  $^{163}\text{Er}$  и  $^{165}\text{Er}$  экспериментально найденные в работе  $/26/$  значения  $a = 0,56$  и  $0,53$  соответственно. Этот факт может служить аргументом в пользу вышеизложенной интерпретации.

Для более высокорасположенных состояний во многих случаях однозначно определены квантовые характеристики. Среди этих состояний уровень 2867 кэВ отличается малым значением  $\log ft$ . Возможные квантовые характеристики  $I^\pi = (1/2, 3/2)^-$ . Разрядка этого уровня происходит на вращательную полосу  $1/2^-$  [541], на состояния  $3/2^-$  [532],  $1/2^-$  [530] и на другие уровни с отрицательной четностью. Если предположить, что в этом состоянии есть примесь одночастичного возбуждения  $3/2^-$  [521], то становилось бы понятным малое значение  $\log ft \leq 5,5$ , так как бета-переходы  $n 1/2^- [521] \rightarrow p 3/2^- [521]$  типа  $nc$ . Следует также отметить, что значение отношения приведенных вероятностей переходов, разряжающих уровень 2867 кэВ на уровни вращательной полосы

$1/2^- [541] \frac{B(M1, \gamma 2267)}{B(M1, \gamma 2436)} = 0,35 \pm 0,2$ , близко к значению, ожидаемому по правилам Алаги:

$$\frac{B(L=1; 3/2 \ 3/2 \rightarrow 3/2 \ 1/2)}{B(L=1; 3/2 \ 3/2 \rightarrow 1/2 \ 1/2)} = 0,4.$$

Вышеизложенная интерпретация уровня 2867 кэв не противоречит схеме Нильссона для протонных состояний: разность одночастичных уровней  $3/2^- [521]$  и  $5/2^+ [402]$  составляет  $\approx 3$  Мэв (для  $\beta = 0,23$ ).

В заключение авторы выражают свою глубокую благодарность К.Я. Громову за создание условий для выполнения этих исследований, а также за ценные советы и обсуждение работы, А.З. Хрынкевичу за постоянную поддержку и интерес к работе, Н.И. Пятову за полезные дискуссии. Авторы также благодарны Я. Полаховой и М. Флорековой за помощь при обработке спектров. Один из авторов (А.И.А.) благодарен З. Стахуре за полезные консультации.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ю.А. Сурков, Г.М. Чернов, А.К. Лаврухина, З.В. Хромченко. Изв. АН СССР, сер. физ., 24, №9, 1119 (1960).
2. Б.Н. Беляев, Б.А. Гвоздев, В.И. Гудов, А.В. Калямин, Л.М. Крижанский. Изв. АН СССР, сер. физ., 30, №7, 1150 (1966).
3. Б.Н. Беляев, В.И. Гудов, Б.А. Гвоздев, Л.М. Крижанский, Б.С. Усиков. Программа и тезисы докладов XVII ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. "Наука", 1967, стр. 78.
4. Б.Н. Беляев, В.И. Гудов, Л.М. Крижанский, Б.С. Усиков. Ядерная физика, 7, вып. 4, 720 (1968).

5. K.J. Hofstetter and P.J. Daly. Phys.Rev., 152, N3, 1050 (1966).
6. K. J. Hofstetter and P.J. Daly. Bulletin of the American Physical Society, 11, N6, 825 (1966).
7. Aten Junior, A.H.W. and Kapteyn, Miss J.C. Physica, 32, 1808 (1966).
8. P.F.A. Goudsmit. Physica 35, 479 (1967).
9. А.И. Ахмаджанов, В.А. Владимиров, И. Звольски, З. Малек, Й. Молнар, В.И. Фоминых, В.М. Цупко-Ситников. Программа и тезисы докладов XIX ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Ереван, 196 , стр. 135.
10. S.B. Burson. Proceedings of the Conference on the Electron Capture and Higher Order Processes in Nuclear Decays. Debrecen, Hungary (1968), p.475.
11. В. Harmatz and T.H. Handley. Nucl.Phys., A121, 481 (1968).
12. А.И. Ахмаджанов, Р. Брода, В. Валюс, И. Звольски, Й. Молнар, Я. Стычень, В.И. Фоминых, Х. Хрынкевич, В.М. Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ 6-4471, Дубна, 1969.
13. А.А. Абдуразаков, А.И. Ахмаджанов, К.Я. Громов, Т.А. Исламов, Ш.М. Камолходжаев, М.К. Прокофьев. Препринт ОИЯИ 6-4363 , Дубна, 1969.
14. Т. Вальчак, Е. Киселевски, Я. Стычень, М. Шавловски, А. Хрынкевич. Препринт ОИЯИ 13-4025, Дубна, 1968.
15. A.I. Akhmadzhanov, R. Broda, A.Z. Hryniewicz , J. Molnar, J. Styczeń, W. Walús, I. Zvolský. Communications INR E6-4311 (1969).
16. U. Gruber, R. Koch, B.P. Maier and O.W. Schult. Z. Naturforsch. 20a, 929 (1965).
17. R. Gunrink et al. Nucl.Instr. and Methods 65, N1, 26 (1968).



18. S.A. Hjortt, H. Ryde and B. Skanberg. Arkiv för Fysik B38, N29, 537 (1968).
19. A.G.W. Cameron. AECL-434 (1957).
20. J. Riddel. AECL-339 (1957).
21. Г.Ф. Драницына. Материалы IV. совещания по нейтронодефицитным изотопам, Дубне, 1961.
22. P.A. Seeger. Nucl.Phys., 25 , 1 (1961).
23. N. Zeldes, A. Grill, A. Simevic. Mat.Fys.Skr. Dan.Vid.Selsk., 3, N5 (1967).
24. А.И. Ахмаджанов, Р. Брода, В. Валюс, И. Звольски, И. Молнар, Э.З. Рындина, Дж. А. Саломов, А.З. Хрынкевич. Препринт ОИЯИ Р6-4746, Дубна, 1969.
25. L.A. Malov, V.G. Soloviev , U.M. Fainer. Preprint JINR, E4-4224 ( 1968).
26. P.O. Tjøm and B. Elbek. Mat.Fys.Dan.Vid.Selsk., 37, N7 (1969).

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 марта 1970 года.