

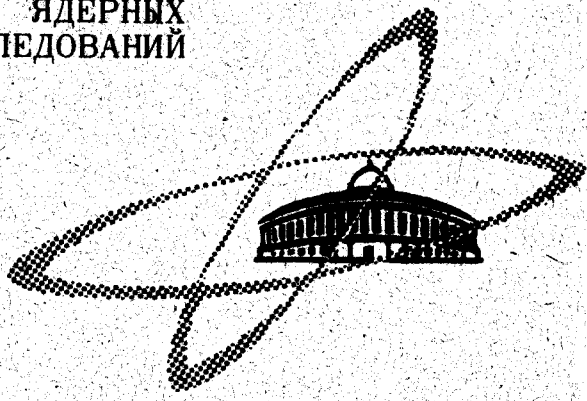
СЗ44.26  
Г-642

13/x-69

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P6 - 4615



Н.А.Головков, Р.Б.Иванов, Ю.В.Норсеев, В.Г.Чумин

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

НОВЫЕ УРОВНИ <sup>204</sup>Bi ИЗ АЛЬФА-РАСПАДА <sup>208</sup>At

1969

P6 - 4615

Н.А.Головков, Р.Б.Иванов, Ю.В.Норсеев, В.Г.Чумин

НОВЫЕ УРОВНИ  $^{204}\text{Bi}$  ИЗ АЛЬФА-РАСПАДА  $^{208}\text{At}$

7958/2 чр.

Объединенный институт  
ядерных исследований  
Библиотека

Исследования структуры возбужденных состояний ядер в областях  $Z$  и  $N$ , близких к заполненным оболочкам, в настоящее время все больше привлекают внимание как экспериментаторов, так и теоретиков. В этом отношении несомненный интерес представляет изучение альфа-распада изотопов  $At$  ( $Z = 85$ ,  $115 \leq N \leq 131$ ), тонкая структура альфа-спектров которых наблюдалась только у 5 изотопов из 21.

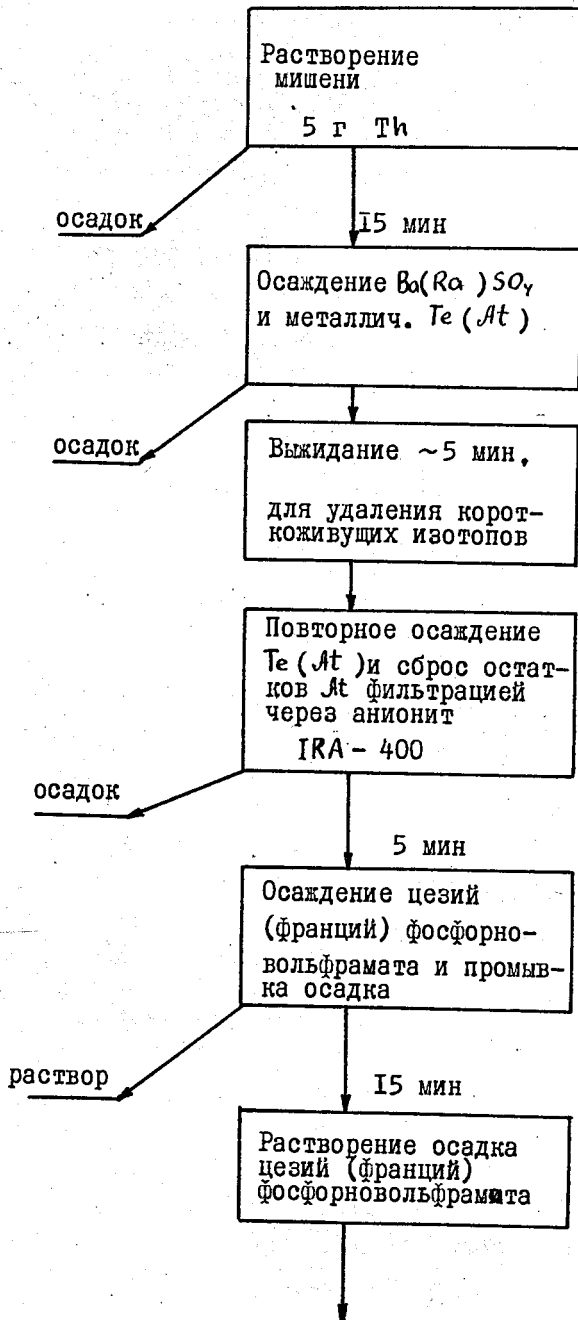
В нашей работе был исследован альфа-спектр  $^{208}At$ . Согласно данным предыдущих работ, период полураспада этого изотопа равен 1,6 часа /1/, ветвь альфа-распада составляет 0,5% от общего числа распадов /1/, а энергия единственного альфа-перехода - 5641 кэВ /2/.

Исходным материалом для получения препаратов аста́та служил металлический торий, облученный протонами 660 МэВ на синхротронном ОИЯИ. Продолжительность облучений составляла 1 час. Предварительные опыты, в которых был исследован альфа-спектр фракции аста́та, извлеченной из ториевой мишени, показали, что такие препараты непригодны для изучения тонкой структуры альфа-спектра  $^{208}At$ . Причина этого заключается в том, что они содержат несколько изотопов аста́та, в частности, изотоп  $^{207}At$ , период полураспада которого равен 1,8 часа /1/. Близость периодов полураспада  $^{207}At$  и  $^{208}At$  не позволяет провести однозначную идентификацию альфа-переходов, наблюдавшихся в спектре. Кроме того, энергии основных альфа-переходов  $^{208}At$  и  $^{209}At$  отличаются всего на 8 кэВ. При определении относительных интенсивностей альфа-групп это может послужить причиной существенных ошибок. Наконец, присутствие интенсивных альфа-групп более долгоживущих изотопов аста́та и об-

разующихся из них изотопов полония могло замаскировать малоинтенсивные альфа-группы  $^{208}\text{At}$ . Таким образом, оказалось, что для проведения исследований необходимо получение возможно более чистого изотопа  $^{208}\text{At}$  - в наиболее благоприятном случае - моноизотопа. Для выполнения этого требования были использованы препараты астата, полученные генетическим путем из франция, который также образуется в ториевой мишени. Наиболее долгоживущие изотопы франция  $^{223}\text{Fr}$ ,  $^{222}\text{Fr}$ ,  $^{212}\text{Fr}$  - имеют периоды полураспада соответственно равные 22; 14,8 и 23 мин/1/, остальные - не более 5 мин. Первые два из этих изотопов испытывают  $\beta$ -распад, превращаясь в  $^{223}\text{Ra}$  и  $^{222}\text{Ra}$ ; 44% распадов  $^{212}\text{Fr}$  происходят с испусканием альфа-частиц, приводя к образованию  $^{208}\text{At}$ . Это обстоятельство и было учтено при разработке методики получения чистого препарата  $^{208}\text{At}$ , подробная схема которой приводится ниже.

Изучение альфа-спектра  $^{208}\text{At}$  проводилось с помощью магнитного альфа-спектрографа, описанного в работе/4/. Спектральные характеристики этого прибора позволяют получить разрешение до 2,5 кэВ при условии высокого качества применяемых источников. В работе/5/ проверка качества источников осуществлялась поворотом источника вокруг вертикальной оси на некоторый угол. Тем самым увеличивалась толщина активного слоя. Если полуширина спектральной линии, полученная при различных углах поворота источника, не увеличивалась, то это позволяло утверждать, что толщина активного слоя не вызывает рассеяния альфа-частиц. Подобные эксперименты, поставленные с источниками астата, показали, что наши источники являются достаточно тонкими. В качестве подложки источников нами использовалась платиновая фольга длиной 35-40 мм и шириной 2,5-3 мм. Ширина подложки определялась тем, что количество адсорбированного астата и скорость его сорбции на платину тем больше, чем больше площадь подложки и выше концентрация астата в растворе. Однако с увеличением ширины источника увеличивается полуширина спектральной линии, т.е. разрешение ухудшается. Качество полученных нами источников позволило повернуть их на угол  $60^\circ$ , при этом эффективная ширина источников уменьшалась вдвое и становилась 1-1,5 мм. При этом разрешение спектрографа составляло 4 кэВ при максимальной светосиле -  $8 \times 10^{-4}$  от  $4\pi$ .

Схема получения препарата  $^{208}\text{At}$ .



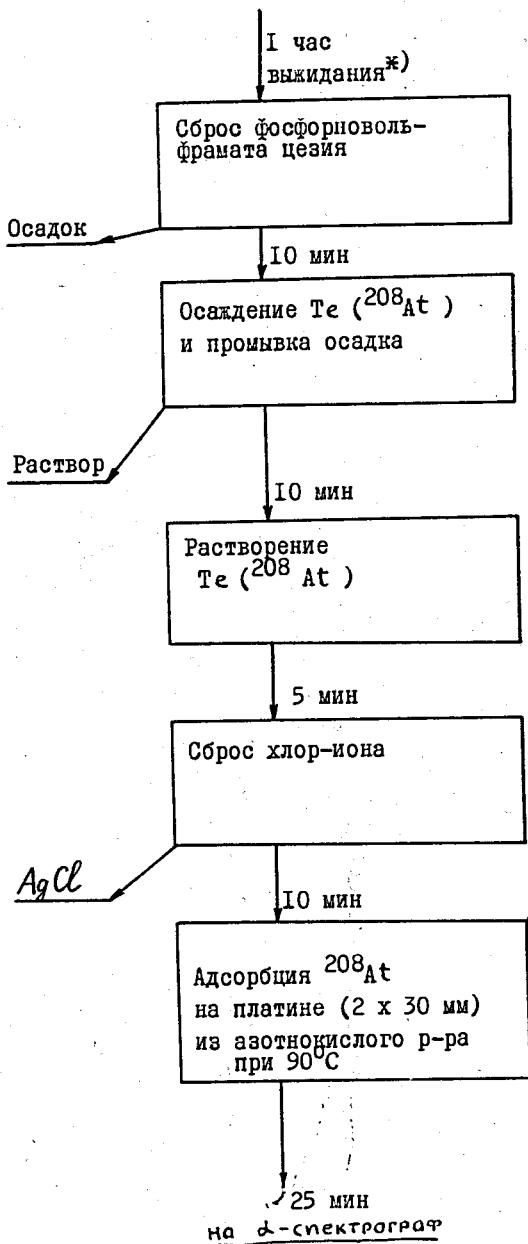
10 мл конц.  $\text{HNO}_3$   
 + 0,3 мл конц.  $\text{HF}$   
 + 0,5 мл насыщ. р-ра  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$   
 + 10 мл  $\text{Te}(\text{H}_2\text{TeCl}_6)$

1. 50 мл 3M  $\text{HCl}$ , содержащей 2 мл конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 1 мл 0,1 M  $\text{CsNO}_3$
2. 5 мл 1 M  $\text{SnCl}_2$

10 мг  $\text{Te}(\text{H}_2\text{TeCl}_6)$

1. 2 мл  $\text{Br}_2$
2. 2 мл фосфорновольфрамовой кислоты (223 мг/мл)
3. Двухкратная промывка 6 M  $\text{HCl}$  + следы  $\text{Br}_2$  и фосфорновольфрамовой к-ты

3 мл 2 M  $\text{NaOH}$



1. 1 мл конц. HCl
2. 5 мл 3 М HCl ( $\text{Br}_2$ )

1. 5 мг Te ( $\text{H}_2\text{TeCl}_6$ )
2.  $\text{SO}_2$  200–300 мл/мин
3. Промывка 10 мл 3 М HCl ( $\text{SO}_2$ ) и три раза водой

1. 0,5 мл конц.  $\text{HNO}_3$
2. 2 мл р-ра  $5 \cdot 10^{-3}$  М  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

0,5 М  $\text{AgNO}_3$  по каплям

1. Трехкратная промывка Pt 6 М  $\text{HNO}_3$ ;  $5 \cdot 10^{-3}$  М  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
2. Трехкратная промывка Pt водой

\*) Выжидание необходимо для накопления  $^{208}\text{At}$  из  $^{212}\text{Fr}$ .

Выделение накопившегося  $^{208}\text{At}$  проводилось далее по несколько измененной методике, описанной в работе /6/.

Всего было проведено шесть опытов, каждый из которых состоял из 2-5 экспозиций. Столь значительное число экспериментов имело целью проверить воспроизводимость результатов, а также установить периоды полураспада альфа-групп, обнаруженных в спектре. На рис. 1 представлен альфа-спектр  $^{208}\text{At}$  в области энергий от 5500 до 5650 кэв, полученный в одном из опытов. В результате тщательной обработки спектров можно заключить, что помимо альфа-перехода с энергией 5641 кэв, возникающего при альфа-распаде  $^{208}\text{At}$  в основное состояние  $^{204}\text{Bi}$ , существуют альфа-группы с энергиями 5626, 5586, 5507 кэв. В таблице 1 указаны относительные интенсивности этих альфа-переходов, значения парциальных периодов полураспада  $T_\alpha$ , энергии уровней  $^{204}\text{Bi}$ , на которые идут эти переходы, и факторы запрета  $F$ . Факторы запрета были определены как отношение  $\frac{T_{\alpha i}}{T(E, Z)}$ , где  $T_{\alpha i}$  - экспериментальное значение парциального периода полураспада для  $i$ -го альфа-перехода, а  $T_\alpha(E, Z)$  получено интерполяцией данных о вероятностях альфа-распада соседних четно-четных ядер  $\text{Po}$  и  $\text{Rn}$ .

Таблица 1

Энергия альфа-перехода (кэв)	Энергия уровня (кэв)	Относит. интенсив.	$T_\alpha$ (год)	Фактор запрета $F$
5641	0	100	0,04	2
5626	15	2,2	1,7	100
5586	56	0,9	4,0	200
5507	136	0,2	18,5	400

Полученные результаты являются весьма существенными для выяснения структуры возбужденных состояний  $^{204}\text{Bi}$ . Обращает на себя внимание наличие в этом ядре низколежащего уровня с энергией 15 кэв. Если существование уровней с энергиями 50-60 кэв было установлено у других изотопов  $\text{Bi}$  с большими  $A$  и наличие такого уровня в ядре изотопа  $^{204}\text{Bi}$  в какой-то мере подтверждает сходство структуры уровней различных изотопов  $\text{Bi}$ , то уровень с энергией 15 кэв у изотопов  $\text{Bi}$  наблю-

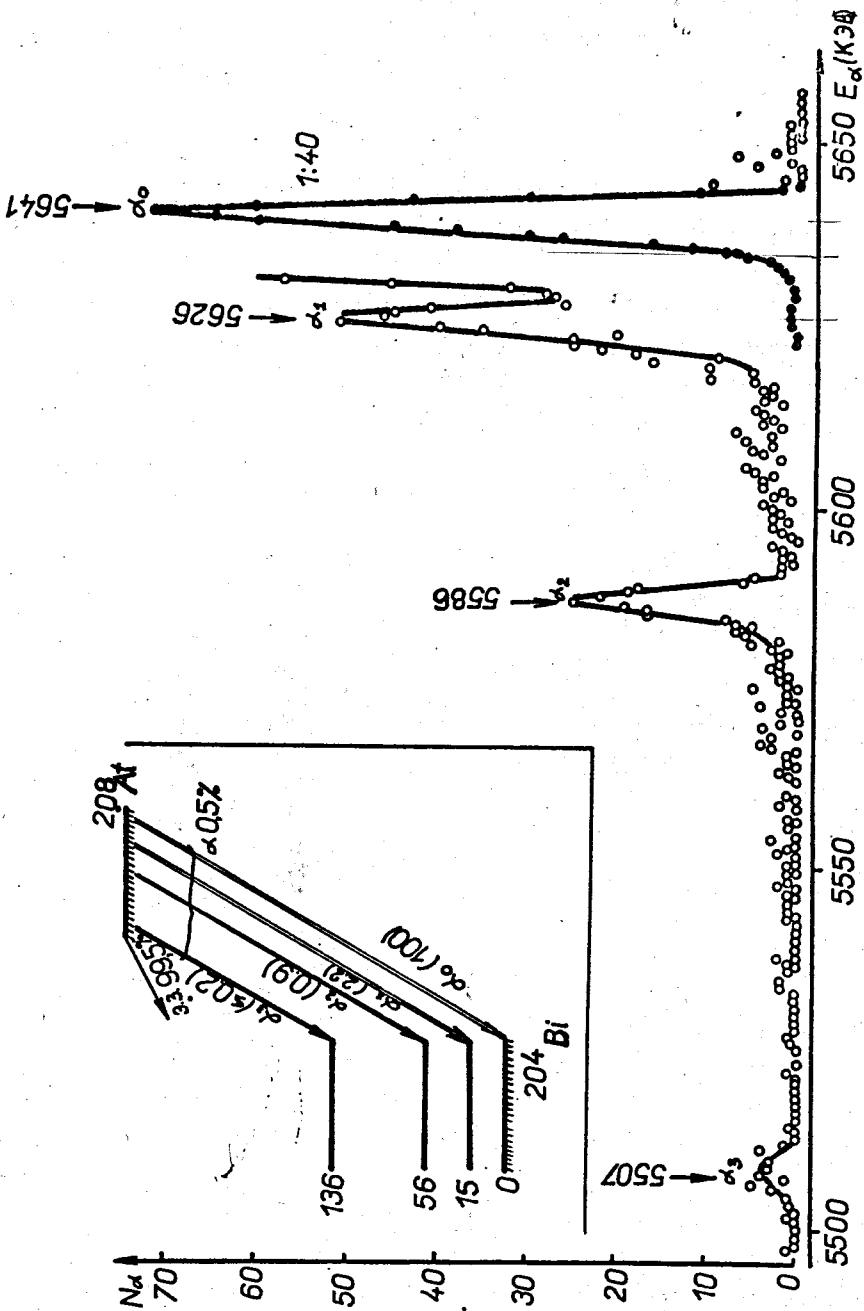


Рис. I Альфа-спектр  $^{208}\text{At}$



дался в нашей работе впервые. Это обстоятельство, возможно, указывает на некоторую перестройку ядра  $^{204}\text{Bi}$  по сравнению с ядрами более тяжелых изотопов. В то же время, по-видимому, следует предпринять более тщательные исследования низколежащих возбужденных состояний ядер этих изотопов с целью доказательства существования или отсутствия подобных уровней в этих ядрах.

В заключение авторы выражают благодарность В.А.Халкину и К.Я.Громову за постоянный интерес к работе и ценные советы, И.А.Соколову за помощь при проведении методических исследований, В.В.Кузнецову и В.Кушу за участие в обсуждении результатов и дискуссию.

#### Л и т е р а т у р а

1. E.K.Hyde, A.Ghiorso, G.T.Seaborg. *Phys.Rev.*, 77, 765 (1950).
2. Н.А.Головков, Р.Б.Иванов, Ю.В.Норсеев, В.А.Халкин, Со Ки Хван, В.Г.Чумин. Сообщение Международного Симпозиума по структуре ядра, Дубна, 1968 г. стр.54.
3. A.W.Stoner. UCRL-3471 (1956).
4. Н.А.Головков, К.Я.Громов и др. Препринт ОИЯИ Р13-3340, Дубна 1967 г.
5. В.Г.Чумин. Диссертация ОИЯИ, 1968 г.
6. Yu.V.Norsejev, V.A.Khalkin. *J.Inorg.Nucl.Chem.* 30, 3239 (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел

22 июля 1969 года.