

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Б-182

44-41

24/чл-74

P6 - 8229

4899/2-74

Г.Байер, М.Гонусек, Х.-У.Зиберт, К.Зубер,  
Я.Зубер, А.Лятушински, И.Пенев,  
А.В.Потемпа, Х.Штрусный, М.Яхим

ИДЕНТИФИКАЦИЯ 160 Уь

**1974**

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P6 - 8229

Г. Байер,<sup>1</sup> М. Гонусек,<sup>2</sup> Х.-У. Зиберт,<sup>3</sup> К. Зубер,<sup>4</sup>  
Я. Зубер, А. Лятушински,<sup>5</sup> И. Пенев,  
А. В. Потемпа,<sup>4</sup> Х. Штрусный,<sup>1</sup> М. Яхим<sup>2</sup>

ИДЕНТИФИКАЦИЯ 160 Уь

*Направлено в Acta Physica Polonica*

---

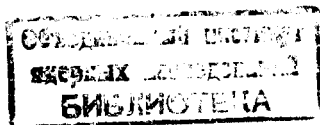
<sup>1</sup>Центральный институт ядерных исследований,  
Россендорф, ГДР.

<sup>2</sup>Институт ядерной физики, Ржеж, ЧССР.

<sup>3</sup>Технический университет, Дрезден, ГДР.

<sup>4</sup>Институт ядерной физики, Краков, ПНР.

<sup>5</sup>Институт им. Марии Кюри-Склодовской, Люблин,  
ПНР.



### Введение

Целью настоящей работы является проведение надежной идентификации изотопа  $^{160}\text{Yb}$ . Имеющиеся в литературе сведения о его существовании неполны и противоречивы.

Впервые изотоп  $^{160}\text{Yb}$  наблюдался в реакции  $^{124}\text{Te}(^{40}\text{Ar}, 4n)^{160}\text{Yb}$  /1/. Период его полураспада был установлен по некоторому замедлению в убывании интенсивности  $\gamma$ -перехода 125,7 кэВ дочернего  $^{160}\text{Tm}$  и оказался равным  $T_{1/2} = 4,8$  мин.

В работе /2/ при исследовании продуктов реакции  $^{162}\text{Er}(^3\text{He}, xn)$  были обнаружены гамма-лучи с энергиями 78,3 /100/, 600 /91/ и 631,7 /37/ кэВ, интенсивность которых убывала с периодом полураспада  $T_{1/2} = 4,1 \pm 0,2$  мин. Найденные гамма-лучи авторами работы /2/ отнесены к распаду  $^{160}\text{Yb}$ , но в работе /3/ показано, что гамма-лучи 78,17 /48,9/, 599,8 /38,8/ и 631,3 /21/ принадлежат распаду  $^{161}\text{Yb}$  с периодом полураспада  $T_{1/2} = 4,2 \pm 0,2$  мин.

### Методы измерения и экспериментальные результаты

В работе использовалось экспериментальное оборудование, созданное по программе ЯСНАПП /4/, позволяющее проводить спектроскопические исследования короткоживущих изотопов с периодом полураспада до 1 мин.

Для получения радиоактивных источников применялись два разных метода. В первом случае мишень из металлического тантала весом 0,5 г облучалась на выведенном пучке протонов  $E_p = 660$  МэВ синхротрона ОИЯИ. Время облучения составляло 3 мин. Доставленная пневмопочтой облученная мишень загружалась непосредственно в ионный источник масс-сепаратора<sup>/5/</sup>. Продукты глубокого расщепления тантала, диффундирующие из мишени, сепарировались по изобарам методом, описанным в работе<sup>/6/</sup>. На все операции от конца облучения до начала измерения гамма-спектра изобары  $A=160$  уходило не более 3,5 мин.

По второму методу, обеспечивающему химическое выделение иттербия и туллия, 5 г суспензии  $Ta_2O_5$  в 0,1 М HCl облучалась на выведенном пучке протонов. Продукты реакции за счет отдачи с выходом до 40% переходят в жидкую фазу<sup>/7/</sup>. Выделение иттербия и туллия из смеси РЗЭ проводилось на хроматографической колонке размером 2 x 60 мм с использованием катионита Aminex-A5. Элюентом служила  $\alpha$ -оксизомаляновая кислота с концентрацией 0,07М и pH=4,8. Вымывание иттербия или туллия происходило через 3 ÷ 4 мин в объеме одной капли. После этого вымытый элемент быстро электроосаждался на вольфрамовую фольгу /5 мм<sup>2</sup>/ <sup>/8/</sup>, которая и помещалась в ионный источник масс-сепаратора. Измерения спектров гамма-лучей полученных источников начинались примерно через 20 мин после конца облучения мишени. Таким образом, первый метод позволял выделить изотопы значительно быстрее и тем самым получить более сильные источники. Вторым обеспечивал, помимо А, прямую идентификацию Z изотопа.

Для измерения спектров гамма-лучей использовались гамма-спектрометры с Ge(Li) - детекторами с чувствительными объемами 3,0; 27 и 40 см<sup>3</sup>, а их энергетическое разрешение составляло 0,9 кэВ для энергии 120 кэВ; 3,5 и 2,5 кэВ - для энергии 1333 кэВ, соответственно.

Спектры гамма-лучей изобары  $A=160$  получены в одной из нескольких серий измерений и приведены на рис. 1.

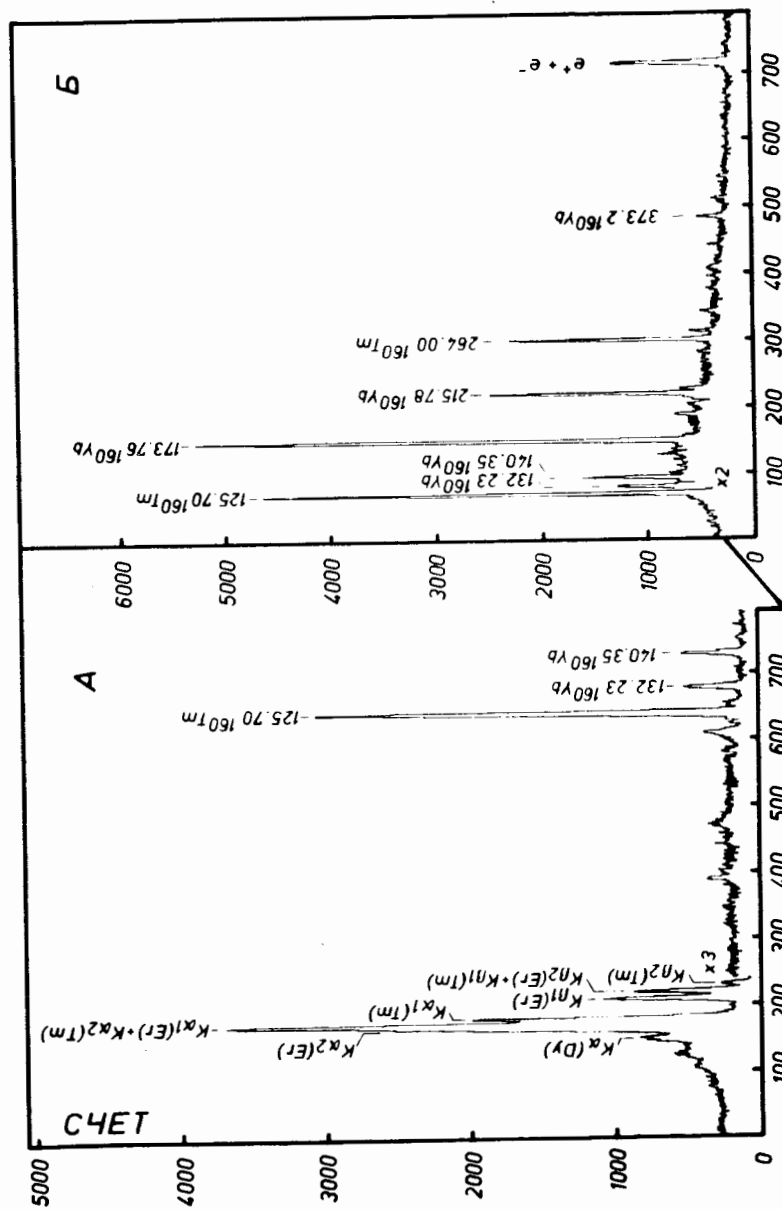


Рис. 1. Фрагменты гамма-спектра изобары  $A=160$ . А и Б - измерения, сделанные с помощью полупроводниковых спектрометров Ge(Li) - детекторами с объемами 3 см<sup>3</sup> и 40 см<sup>3</sup>, соответственно.

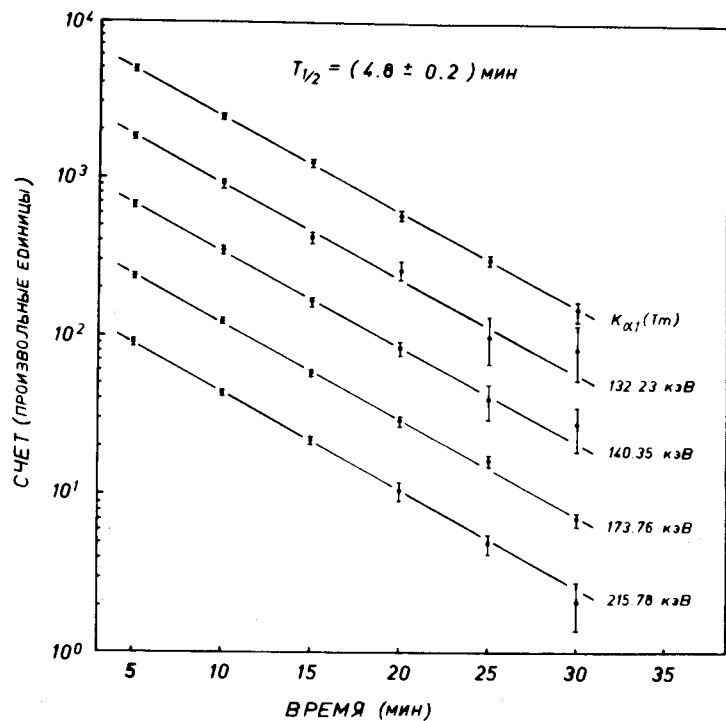


Рис. 2. Измерение периода полураспада  $^{160}\text{Yb}$  по убыванию интенсивностей КХ-и гамма-лучей.

В этих гамма-спектрах, кроме гамма-переходов, следующих за распадом известного изотопа  $^{160}\text{Tm}$  /8/, наблюдались также КХ-лучи туллия и ряд гамма-лучей, энергии и относительные интенсивности которых даны в таблице. Период полураспада определен по спаду интенсивностей этих гамма-лучей и КХ-лучей туллия и составляет  $T_{1/2} = 4,8 \pm 0,2$  мин /рис. 2/.

Используя препараты, полученные вторым методом, мы измеряли спектры гамма-лучей изотопа  $^{160}\text{Yb}$  /рис. 3а/ и  $^{160}\text{Tm}$  /рис. 3б/. Так как наблюдаемые нами новые переходы выступают в источнике  $^{160}\text{Yb}$  и отсутствуют в источнике  $^{160}\text{Tm}$ , можно однозначно

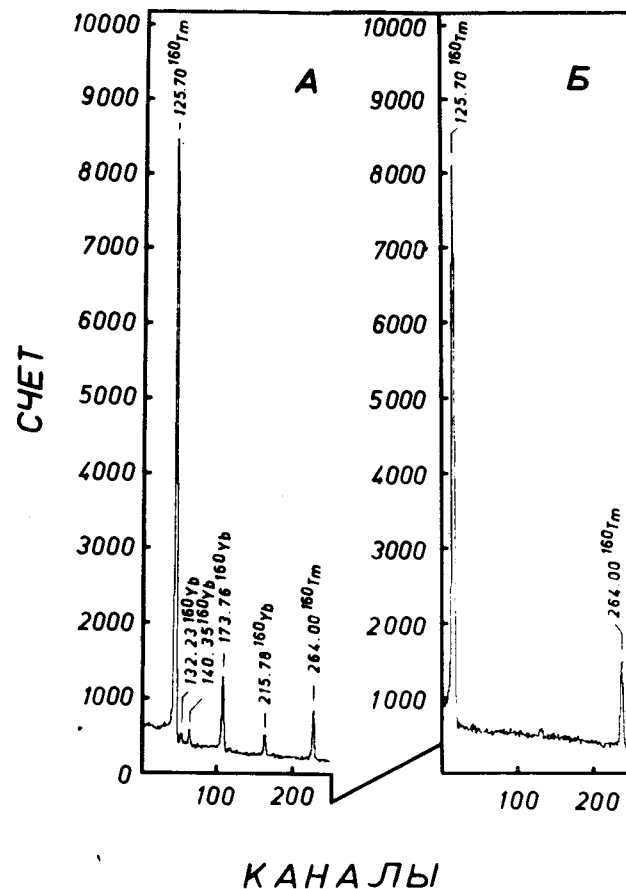


Рис. 3. Фрагменты гамма-спектра  $^{160}\text{Yb}$  /А/ и  $^{160}\text{Tm}$  /Б/, полученные после масс-сепарирования фракции иттербия и туллия.

сказать, что перечисленные в таблице гамма-переходы с  $T_{1/2} = 4,8 \pm 0,2$  мин принадлежат к распаду  $^{160}\text{Yb}$ .

Авторы работы /2/ при облучении  $^{162}\text{Er}$  ионами  $^3\text{He}$  наблюдали гамма-переходы с энергиями /и интенсивностями/ 173,9 кэВ /100/ и 215,7 кэВ /47/ с периодом полураспада  $4,6 \pm 0,5$  мин. Их результаты согласуются с нашими, однако приписание этой активности в работе /2/ изотопу  $^{158}\text{Yb}$  является ошибочным.

Таблица

(Энергия и относительные интенсивности гамма-лучей, возникающих при распаде  $^{160}\text{Yb}$ )

$E_\gamma$ (кэВ)	$\Delta E_\gamma$	$J_\gamma$	$\Delta J_\gamma$
$K_{\alpha_1} (Tm)$		100,0	8,6
132,23	0,05	9,9	0,6
140,35	0,05	16,6	0,9
173,76	0,05	77,4	3,3
215,78	0,06	32,0	2,4
373,2	0,20	3,5	0,5

В заключение авторы глубоко признательны К.Я.Громову за постоянный интерес к работе и коллективу измерительного центра ЛЯП ОИЯИ за большую помощь при проведении этого эксперимента.

## Литература

1. M. Neiman, D. Ward. UCRL-18667, p. 59, 1968.
2. F. W. N. de Boer, M. H. Cardoso, P. F. A. Goudsmit, P. Koldewijn, J. Konijn, V. J. Muijer. CERN-70-30, p. 939, Geneva, 1970.
3. И. Адам, Г. Байер, М. Гонусек, К. Я. Громов, Х. - У. Зиберт, В. Г. Калинин, А. Ляпушински, Х. Штрусный, М. Яхим. Препринт ОИЯИ, Р6-7760, Дубна, 1974.

4. Р. Арльм, М. Гонусек, Х. - У. Зиберт, Г. Музиоль, Х. - Г. Орлленн, В. Хабенихт, Б. Хан, Х. Хаупт, Х. Штрусный. XXIV Собрание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Ленинград, изд-во "Наука", 1974.
5. G. Beyer, E. Herrmann, A. Piotrowski, V. I. Rayko, H. Tyrroff. Nucl. Instr. and Meth., 96, 437 (1971).
6. A. Latuszynski, K. Zuber, J. Zuber, A. Potempa, W. Zuk. Preprint JINR, E6-7780, Dubna, 1974.
7. З. Малек, Г. Пфренпер. Препринт ОИЯИ, Р6-4487, Дубна, 1969.
8. G. Beyer, E. Herrmann. Preprint JINR, E13-7744 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 августа 1974 года.