

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Б-903

74-46

12/11-74

P6 - 7849

2340/2-74

М.Будзынски, В.С.Бутцев, К.Я.Громов, Р.Ион-Михай,
В.Г.Калинников, Н.З.Марупов, В.А.Морозов,
Т.М.Муминов, И.Холбаев, М.Яхим

ИЗМЕРЕНИЕ

СУБМИКРОСЕКУНДНЫХ ВРЕМЕН ЖИЗНИ УРОВНЕЙ
С ПОМОЩЬЮ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО
СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ВРЕМЕННОГО
СПЕКТРОМЕТРА

1974

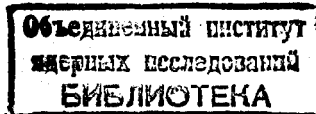
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Р6 - 7849

М.Будзынски, В.С.Бутцев, К.Я.Громов, Р.Ион-Михай,
В.Г.Калинников, Н.З.Марупов, В.А.Морозов,
Т.М.Муминов*, И.Холбаев*, М.Яхим

**ИЗМЕРЕНИЕ
СУБМИКРОСЕКУНДНЫХ ВРЕМЕН ЖИЗНИ УРОВНЕЙ
С ПОМОЩЬЮ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО
СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ВРЕМЕННОГО
СПЕКТРОМЕТРА**

Направлено в ЯФ



* Самаркандский государственный университет
им. А.Навои.

Цель данных исследований заключалась в проверке применимости метода однокристалльной сцинтилляционной временной спектрометрии /ОСВС/ для поиска и идентификации субмикросекундных изомеров в короткоживущих радиоактивных изотопах. Измерены времена жизни возбужденных состояний в ядрах $^{79}\text{Kг}$, ^{133}La , ^{141}Pm , ^{155}Dy , ^{159}Er , ^{161}Er , ^{167}Yb и ^{169}Tm .

Получение источников

Радиоактивные изотопы образовывались в результате реакции расщепления при взаимодействии быстрых протонов с веществом мишени.

Мишень из металлического тантала весом 500 мг облучалась в течение 10-15 мин на выведенном пучке протонов синхроциклотрона ОИЯИ / $E_p = 660 \text{ МэВ}$, интенсивность $5 \cdot 10^{11}$ протон/см²сек/. После облучения мишень с помощью пневмопочты за 15 сек доставлялась к масс-сепаратору и сразу помещалась в ионный источник с поверхностной ионизацией ^{1/}. По методике "горячего тантала" ^{2/} быстро выделялись изобары редкоземельных элементов. От конца облучения мишени до окончания сепарации проходило около 7 мин.

По аналогичной методике был получен радиоактивный изотоп $^{79}\text{Kг}$. В качестве мишени служила проволока из сплава Nb-Zr весом около 1 г.

Аппаратура

Измерения проводились на сцинтилляционном однокристалльном временном спектрометре ^{3/} с использованием в одном из каналов дифференциального дискримина-

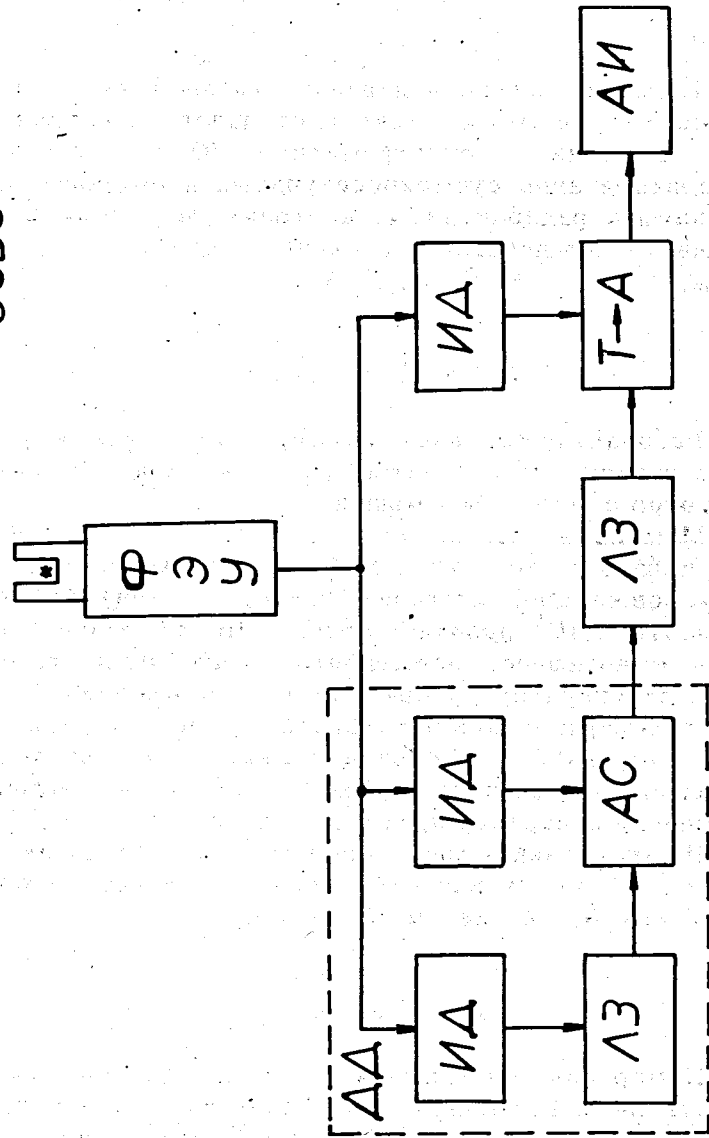


Рис. 1. Блок-схема однокристалльного сцинтиляционного временного спектрометра.

тора для выделения низкоэнергетической части спектра излучений. Блок-схема установки приведена на рис. 1. В установке использовались блоки быстрой наносекундной электроники: интегральные дискриминаторы /ИД/, схема антисовпадений /АС/, линии наносекундных задержек /ЛЗ/ и старт-стопный конвертор (Т→А), разработанные в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ /4/.

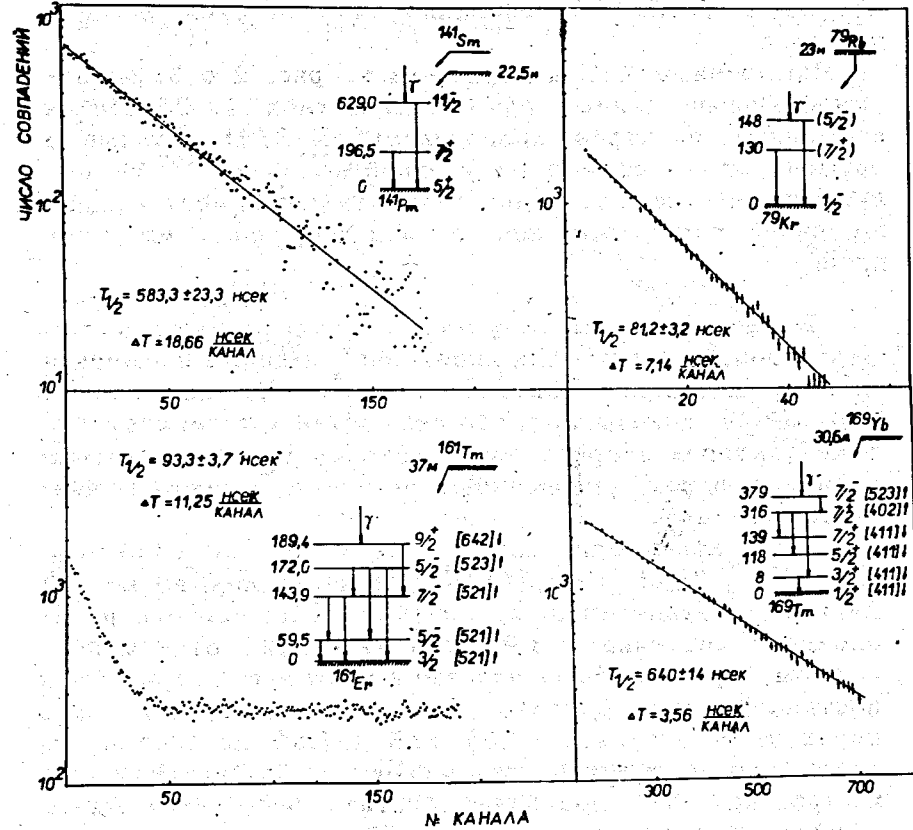


Рис. 2. Временные спектры. Для ¹⁶¹Er - без вычета фона, а для ⁷⁹Kr, ¹⁴¹Pm и ¹⁶⁹Tm - с вычетом.

Экспериментальные результаты

Как уже указывалось, измерения проводились с радиоактивными источниками, содержащими изотопы с одинаковым массовым числом A . Измеренные кривые задержанных совпадений /КЗС/ приписывались к распаду определенного изотопа прослеживанием спада КЗС с целью установления периода полураспада материнского ядра, а к распаду конкретного состояния ядра - прослеживанием скорости счета совпадений в зависимости от энергий излучений, выделяемых в каналах спектрометра, а также на основании анализа схем распада изотопов.

Измеренные КЗС изображены на рис. 2 и 3. Экспериментальные данные приведены в табл. 1. Обработка временных спектров проводилась на ЭВМ. Данные о времени жизни изомерных уровней в ^{155}Dy и ^{167}Yb получены впервые, остальные результаты или подтверждают ранее известные данные, или позволяют их уточнить.

В табл. 2 даны результаты анализа вероятностей переходов, разряжающих вновь обнаруженные изомерные состояния. Анализ факторов запрета $E1$ -переходов в ^{155}Dy , ^{167}Yb показывает, что они соответствуют систематике факторов запрета для переходов в сильнодеформированных ядрах, запрещенных по асимптотическим квантовым числам.

Однозначное приписание $T_{1/2} \approx 400$ нсек состоянию ^{167}Yb $29,66$ кэВ $5/2^+/642/$ в настоящее время является затруднительным, так как вклад первого ротационного состояния $33,91$ кэВ $7/2^+/642/$, относящийся к этому уровню, было невозможно отделить при нашей постановке эксперимента, хотя большая интенсивность перехода с энергией $29,66$ кэВ /27,6% на распад/ по сравнению с интенсивностью перехода $33,91$ кэВ /10,3% на распад/ /11/, позволяет считать это время жизни временем жизни нижнего возбужденного состояния ^{167}Yb с энергией $29,66$ кэВ.

Полученные нами результаты дают возможность за-

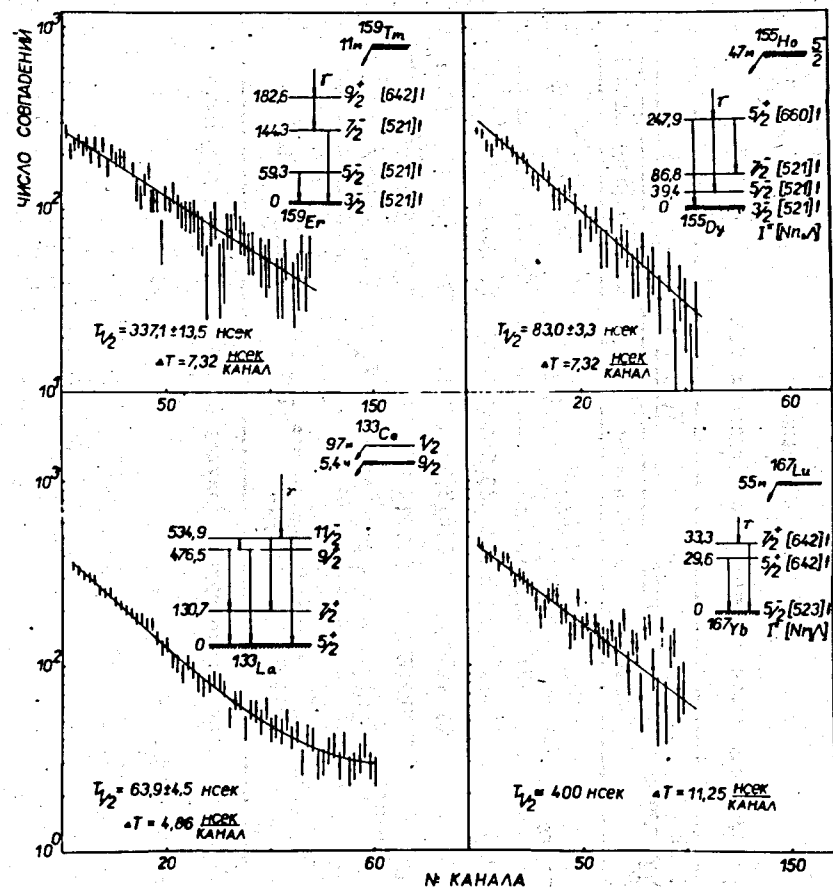


Рис. 3. Временные спектры. Для ^{133}La - без вычета фона, а для ^{155}Dy , ^{159}Er и ^{167}Yb - с вычетом.

ключить, что метод ОСВС в ряде случаев является более предпочтительным по сравнению с другими методами. Особенно очевидны его преимущества при изучении изомерных состояний короткоживущих изотопов с $T_{1/2} \leq < 1$ мин в режиме on-line.

Таблица 1

Периоды полураспада изомерных состояний нейтронодефицитных ядер

A	Распад	$T_{1/2}^{**}$ (мин)	E * уровня /кэВ/	$T_{1/2}$ (нсек)	
				Наши данные	Литературные данные
79	$^{79}Rb - ^{79}Kr$	23	148	$81,2 \pm 3,2$	$(77,7 \pm 1,5)$ /5/
133*	$^{133}Ce - ^{133}La$	$97^{**} /5,4/$	534,9	$63,9 \pm 4,5$	(60 ± 5) /6/
141	$^{141}Sm - ^{141}Pm$	22,5	629	$583,3 \pm 23,3$	(700 ± 20) /7/
155	$^{155}Ho - ^{155}Dy$	47	247,9	$83,0 \pm 3,3$	-
159	$^{159}Tm - ^{159}Er$	11	182,6	$337,1 \pm 13,5$	(325 ± 30) /8/
161	$^{161}Tm - ^{161}Er$	37	189,4	$93,3 \pm 3,7$	(70 ± 20) /9/
167	$^{167}Lu - ^{167}Yb$	55	30	≈ 400	-
169	$^{169}Yb - ^{169}Tm$	$30,6 \text{ д}$	316,2	640 ± 14	640 ± 40 /10/

* Измерения производились на мономзотопных источниках, полученных при длительном облучении танталовой мишени.

** Период полураспада материнского ядра.

Таблица 2

Анализ вероятностей Е1-переходов с изомерных состояний ^{155}Dy и ^{167}Yb

Ядро	Уровень (кэВ)	$T_{1/2}^{экс}$ (нсек)	Переход	$I \text{ К}^{\pi} / \text{Кн}_{\text{д}} / \text{с}$	$I \text{ К}^{\pi} / \text{Кн}_{\text{д}} / \text{с}$	$P_{\text{в}}$	$P_{\text{н}}$
^{155}Dy	247,9	$83,0 \pm 1,5$	208	$5/2 \text{ } 1/2^{+} / 660/ \rightarrow 5/2 \text{ } 3/2^{-} / 521/$	$4,51 \cdot 10^3$	1,77	
			247	$5/2 \text{ } 1/2^{+} / 660/ \rightarrow 3/2 \text{ } 3/2^{-} / 521/$	$3,05 \cdot 10^3$	1,55	
^{167}Yb	29,66	~ 400	29,66	$5/2 \text{ } 5/2^{+} / 642/ \rightarrow 5/2 \text{ } 5/2^{-} / 523/$	$1,4 \cdot 10^4$	6,9	
	33,91		33,91	$7/2 \text{ } 5/2^{+} / 642/ \rightarrow 5/2 \text{ } 5/2^{-} / 523/$	$1,2 \cdot 10^4$	9,6	

Литература

1. G.Beyer, E.Herrmann, A.Piotrowski, V.Raiko, H.Tyrroff. *Nucl. Instr. Methods.*, 96, 437 (1971).
2. А.Лятушински, К.Зубер, Я.Зубер, А.Потемпа, В.Жук. *Препринт ОИЯИ*, 6-7469, Дубна, 1973.
3. В.А.Морозов, Т.М.Муминов. *ПТЭ*, 1, 79 /1973/.
4. В.Ф.Борейко, Ю.Г.Будяшов, Ю.М.Валуев, В.М.Гребенюк, В.Г.Зинов, Б.С.Краснобородов. *Препринт ОИЯИ*, 13-6396, Дубна, 1972.
5. J.Bleck, D.W.Haag, W.Leitz, W.Rible. *Phys.Lett.*, 26B, 134 (1968).
6. J.R.Leigh, V.Narai, K.H.Maier, F.Puhlhofer, F.S.Stephenson, R.Diamond. *Nucl.Phys.*, A123, 1 (1973).
7. R.A.Warver, R.R.Todd, R.E.Eppleg. *Bull.Am.Phys.Soc.*, 16, 1161 (1971).
8. J.R.Leigh. *UCRL-20426*, 18, 1971.
9. S.A.Hjorth, R.Ryde, K.A.Hageman, G.Lovhorden, J.C.Waddingthon. *Nucl.Phys.*, A144, 513 (1970).
10. J.Mihelich, T.Waard, K.Jacob. *Phys.Rev.*, 103, 1285 (1956).
11. А.А.Абдуразаков, К.Я.Громов, В.Звольска, Т.А.Исламов, Х.Штрусный. *Препринт ОИЯИ*, Р6-5265, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 апреля 1974 года.