

15/41-71

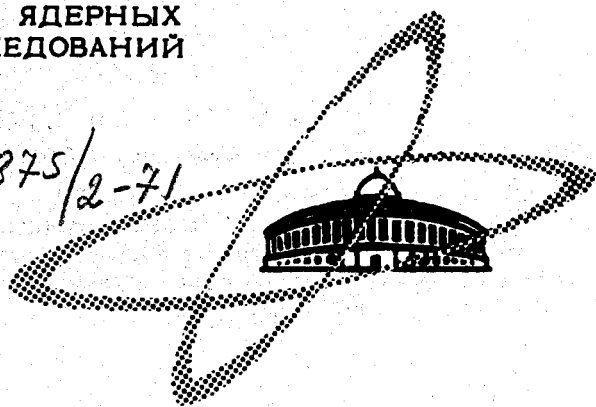
К-845

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

3875/2-71

P6 - 6054



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Э. Крупа, В.А. Морозов, Т.М. Муминов,
В.И. Рязов, Х.Фуя, А.Б. Халикулов

ИЗУЧЕНИЕ
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ В ЯДРЕ ¹³⁹Pt

1971

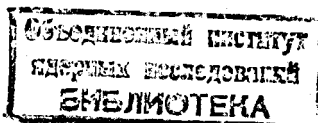
Э. Крупа, В.А. Морозов, Т.М. Муминов¹,
В.И. Разов², Х.Фуя, А.Б. Халикулов¹

ИЗУЧЕНИЕ
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ В ЯДРЕ ¹³⁹Pr

Направлено в "Известия АН СССР" (сер. физ.)

¹ Самаркандский государственный университет.

² Дальневосточный государственный университет.



Введение

Нами изучались угловые гамма-гамма-корреляции для каскадов 114-708 и 114-738 кэв в ядре ^{139}Pr , возникающих при распаде изомерного состояния ядра ^{139m}Nd . Кроме того, было измерено время жизни уровня 822 кэв в ядре ^{139}Pr . Эти исследования были предприняты с целью определения спинов некоторых возбужденных уровней, а также значения и знака коэффициента смеси мультипольностей изучаемых переходов, так как более ранние исследования схемы распада ^{139m}Nd /1-6/ методами ϵ -, γ - и β -спектрометрии не дали возможности установить однозначно эти величины.

Постановка эксперимента

Изучение угловых гамма-гамма-корреляций проводилось на автоматизированном корреляционном спектрометре /7/ с использованием в одном канале спектрометра с полупроводниковым Ge(Li) -детектором коаксиального типа с чувствительным объемом 50 см^3 , а во втором канале - сцинтилляционного спектрометра с кристаллом NaJ(Tl) размерами 40×40 мм. Разрешающее время быстро-медленной схемы совпадений было равно $2\tau_0 = 50$ нсек. Измерения производились под углами $90^\circ, 135^\circ$

и 180° . Время жизни уровня 822 кэв в ядре ^{139}Pr было измерено на сцинтилляционной установке гамма-гамма задержанных совпадений /8/.

Радиоактивный источник ^{139m}Nd получался при сепарировании фракции неодима с помощью масс-сепаратора Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Фракция неодима была выделена хроматографическим методом из мишени гадолиния при облучении ее протонами с энергией 660 Мэв на синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Измерения начались через два часа после конца облучения, причем источник переводился в жидкую фазу и помещался в тонкостенную ампулу из оргстекла.

Экспериментальные результаты

Полученные значения коэффициентов угловых корреляций с введением поправок на телесный угол и случайные совпадения представлены в табл. 1. В этой же таблице приведены значения мультипольностей и знаки коэффициентов смеси δ , определенных в настоящей работе, а для сравнения даны также результаты работы /5/ для изучаемых переходов. На рис. 1 приведена схема распада ^{139m}Nd с учетом наших данных относительно спина уровня с энергией 852 кэв.

Каскад (114-708 кэв). В работе /3/ были определены мультипольности рассматриваемых переходов, как $M1 + (2,6 \pm 0,3)\%E2$ для перехода с энергией 114 кэв и $M2$ для перехода с энергией 708 кэв. С учетом этих данных экспериментальные значения коэффициентов A_2 и A_4 ^{эксп.} _{эксп.} согласуются с последовательностью спинов $11/2 (708) 7/2 (114) 5/2$

(рис. 2). Кроме того, оказалось возможным уточнить допустимую примесь мультипольности $E3$ в переходе с энергией 708 кэв: $Q = (0,5 \pm 0,5)\%$.

Каскад (114-738) кэв. В ранних работах по изучению схемы распада ^{139m}Nd спин уровня с энергией 852 кэв был интерпретирован неоднозначно как $11/2^+$, $9/2^+$ /5/.

Экспериментальные значения коэффициентов $A_2^{\text{экс.}}$ и $A_4^{\text{экс.}}$ были проанализированы в параметрической форме - рис. 3. На этом рисунке приводятся коэффициенты $A_2^{\text{теор.}}$ и $A_4^{\text{теор.}}$ в зависимости от δ для двух значений спинов уровня 852 кэв: 11/2, 9/2. Экспериментальные значения $A_2^{\text{экс.}}$ и $A_4^{\text{экс.}}$ с учетом их статистических ошибок определяют на графике полосу допустимых значений, которая позволяет установить значение спина уровня 852 кэв и мультипольность $E2 + (3,8 \pm 1,4)\% M3$ для перехода 738 кэв. Из-за того, что коэффициент A_4 определен в нашем эксперименте с большой ошибкой, мы использовали данные по изучению электронной конверсии для перехода 738 кэв с целью более уверенного установления значения спина уровня 852 кэв. В работе ^{/5/} мультипольность перехода 738,6 кэв определена как $E2 + \leq 45\% M1$. По нашим данным (рис. 3), в предположении большой ошибки A_4 , для последовательности спинов 9/2, 7/2 и 11/2, 7/2 получаются следующие значения примесей мультипольности для перехода 738 кэв: $E2 + (1 \pm 0,8)\% M1$ с $\delta (738) < 0$ и $E2 + (3,8 \pm 1,4)\% M3$ с $\delta (738) > 0$ соответственно. При сравнении вычисленных коэффициентов конверсии a_k для этих примесей с экспериментальным значением $a_k = (4,1 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$, полученным в работе ^{/5/}, наблюдается согласие только для мультипольности $E2 + (3,8 \pm 1,4)\% M3$. Таким образом, более вероятное значение спина для уровня 852 кэв должно быть 11/2.

Время жизни уровня 822 кэв

Время жизни уровня 822 кэв в ядре ¹³⁹P_r было измерено в совпадениях ($E_{\gamma} = 700-730$ кэв) ($E_{\gamma} = 900-1100$ кэв). Анализ кривой задержанных совпадений (рис. 4) позволил определить период полураспада исследуемого состояния $T_{1/2} = 36,8 \pm 2,0$ нсек. В пределах эксперимен-

тальных ошибок значение $T_{1/2}$, полученное в наших измерениях, совпадает со значением $T_{1/2} = (40 \pm 2)$ нсек из работы ^{19/}.

Уровень 822 кэв ($I^\pi = 11/2^-$) разряжается на основное состояние ¹³⁹Pm ($I^\pi = 5/2^+$) прямым переходом типа E3 и на нижний возбужденный уровень $I^\pi = 7/2^+$ переходом типа M2 + (0,5 ± 0,5)%E3. Уровни аналогичной природы наблюдаются также в изотонах ¹³⁷La ^{10/} и ¹⁴¹Pm ^{11/} ($N = 80$). В пользу последнего утверждения, помимо одинаковых значений спинов и четностей этих состояний ($I^\pi = 11/2^-$), а также того, что эти уровни заселяются β^+ -переходами с изомерных состояний ($I^\pi = 11/2^-$) материнских ядер, свидетельствуют близкие значения факторов ускорения переходов, разряжающих исследуемые уровни в изотонах с $N = 80$. Анализ вероятностей переходов приведен в табл. 2.

В соответствии с одночастичной моделью рассматриваемые уровни можно было бы объяснить протонным состоянием P ($h = 11/2$), однако в этом случае остается неясным факт ускорения E3-переходов и замедления M2-переходов.

Ван Хайе и др. ^{10/} для объяснения ускорения E3-перехода в ¹³⁷La сделали предположение, что уровень 1004 кэв ($I^\pi = 11/2^-$) представляет собой суперпозицию одночастичного состояния $d_{3/2}$ или $g_{7/2}$ и октупольной вибрации четно-четного остова. Очевидно, что такую же природу можно приписать уровню 822 кэв в ¹³⁹Pm и уровню 628,8 кэв в ¹⁴¹Pm.

Вызывает интерес природа уровня 852 кэв ($I^\pi = 11/2^+$) в ядре ¹³⁹Pm. Возможно, что этот уровень является членом мультиплета $g_{7/2}, 2^+$.

Литература

1. К.Я. Громов, А.С. Данагулян, Л.Н. Никитюк, В.В. Муравьев, А.А. Сорокин, М.З. Шталь, В.С. Шпинель. ЖЭТФ, 47, 1645 (1984).
2. J.Gilat, W.J.Treytl. Nucl.chem. Ann.Rep., 1966, URcL 17299, p.20.
3. D.V.Beery, W.H.Kelly, Wm.C.McHarris. Phys.Rev., 188, 1851 (1969).
4. K.Hesse. Z.Physik., 226, 328 (1969).
5. Б.С. Бутцев, П. Вылов, В.Г. Калинин, Н.А. Тихонов, Э. Херрманн. Препринт ОИЯИ, Р6-5673, Дубна, 1971.
6. T.Badica, V.A.Morozov, T.M.Muminov. International Symposium on Nuclear Structure. Contribution. D-3893, 21, Dubna, 1968.
7. Я.Ваврышук, В. Жук, Э. Крупа, В.И. Разов, Я. Сажински, М. Суботович, В.И. Фоминых. Препринт ОИЯИ, 13-5500, Дубна, 1970.
8. Р. Бабаджанов, В.А. Морозов, В.И. Разов. Препринт ОИЯИ, 13-4407, Дубна, 1969.
9. W.H.Kelly, W.C.McHarris, D.V.Beery. Phys.Rev. 188, 1851 (1969).
10. J.R.Van Hise, G.Chilosi, N.S.Stone. Phys.Rev., 161, 1254 (1967).
11. Р. Арльт, Г. Байер, Я. Ваврышук, В.А. Морозов, Т.М. Муминов, В.И. Разов, Я. Сажински, Х. Фуя, Х. Штрусный, Э. Херрманн. Сообщение ОИЯИ, Р6-5517, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 сентября 1971 года.

Таблица 1
 Результаты измерения гамма-гамма угловых корреляций в ^{139}Pr .

Каскад, кэВ	A_2	A_4	Данные о мультипольности переходов			
			E_γ ,кэВ	Работа /5/	Настоящая работа	Знак δ
II4 - 708	$-0,100 \pm 0,031$	$+0,048 \pm 0,062$	708	M2	$M2+(0,5 \pm 0,5)\%E3$	+
II4 - 738	$+0,012 \pm 0,028$	$-0,053 \pm 0,052$	738	$E2 \leq 45\% M1$	$E2+(3,8 \pm 1,4)\%M3$	+

Таблица 2

Анализ вероятностей M2- и E3-переходов, разряжающих уровни π^- II/2 $^-$ в изотонах
 ^{137}La , ^{139}Pr и ^{141}Pm ($N = 80$)

Ядро	$^{137}\text{La}_{80}^{9/}$		$^{139}\text{Pr}_{80}$		$^{141}\text{Pm}_{80}$		
$E_{\text{уд}}$ кэВ	1004		822		628		
$T_{1/2}$ сек	$(4,1 \pm 0,7) \cdot 10^{-10}$		$(3,68 \pm 0,20) \cdot 10^{-8}$		$(2,18 \pm 0,09) \cdot 10^{-7} / \text{II/}$		
E_γ кэВ	994	1004	708	822	432	628	
$I_i^{\pi} \rightarrow I_f^{\pi}$	II/2 $^-$ - 5/2 $^+$	II/2 $^-$ - 7/2 $^+$	II/2 $^-$ - 7/2 $^+$		II/2 $^-$ - 5/2 $^+$	II/2 $^-$ - 7/2 $^+$	II/2 $^-$ - 5/2 $^+$
GL	E3	M2	M2	E3	E3	M2	E3
δ^2	∞	0	$0,005 \pm 0,005$		∞	0	∞
$\frac{T_{1/2 \text{ ат}}}{T_{1/2 \text{ экс}}}$	$\geq 7,82$	$\geq 0,112$	$(2,66 \pm 0,45) \cdot 10^{-2}$	≤ 22	$4,2 \pm 0,9$	$(5,2 \pm 1,6) 10^{-2}$	$5,8 \pm 1,8$

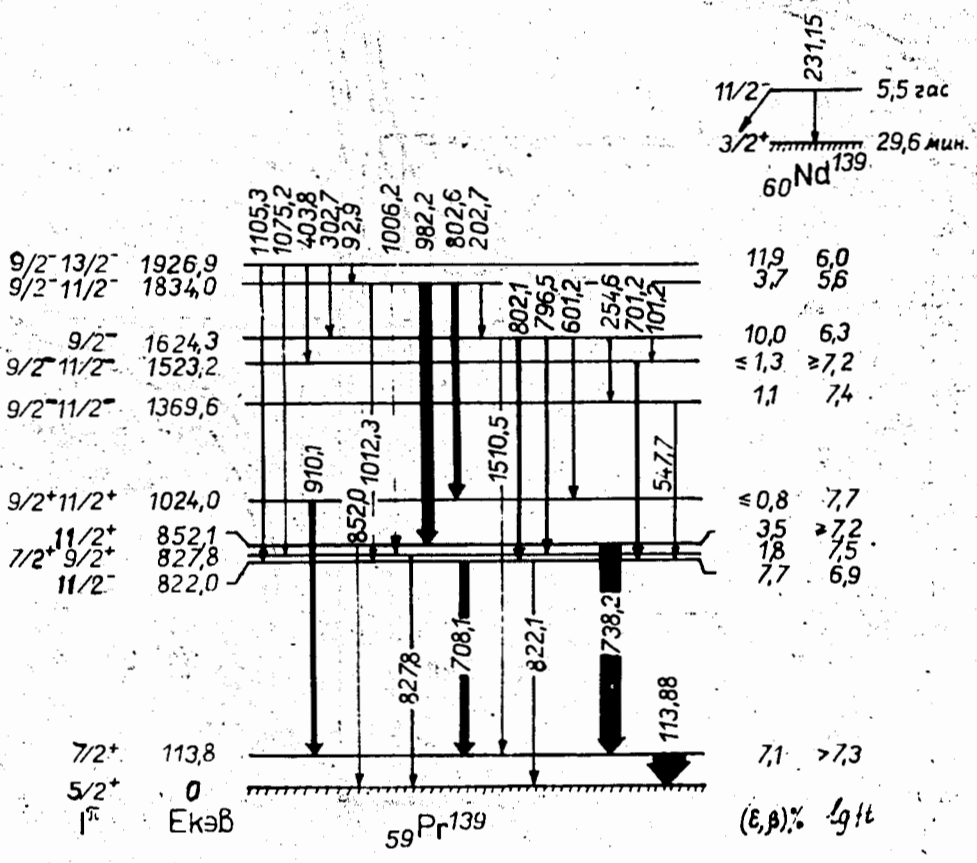


Рис. 1. Часть схемы возбужденных уровней ^{139}Pr .

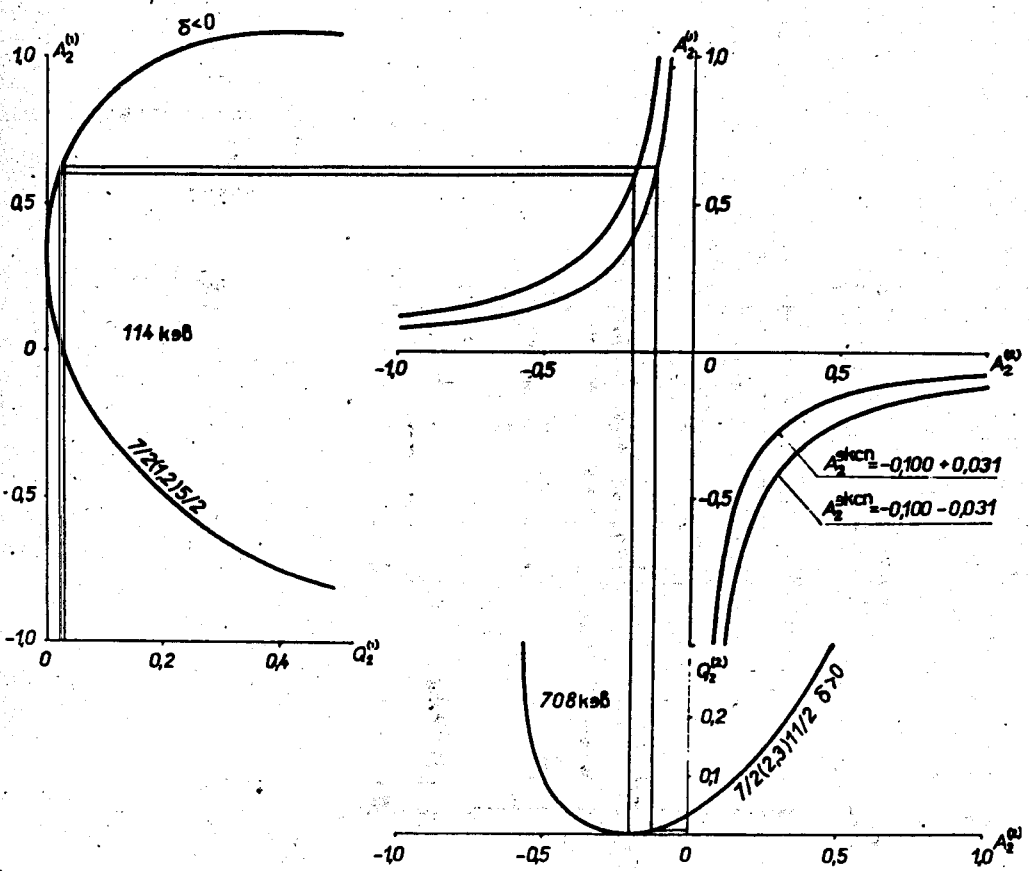


Рис. 2. Графики Арсна-Виденбека для каскада 114-708 кэв.

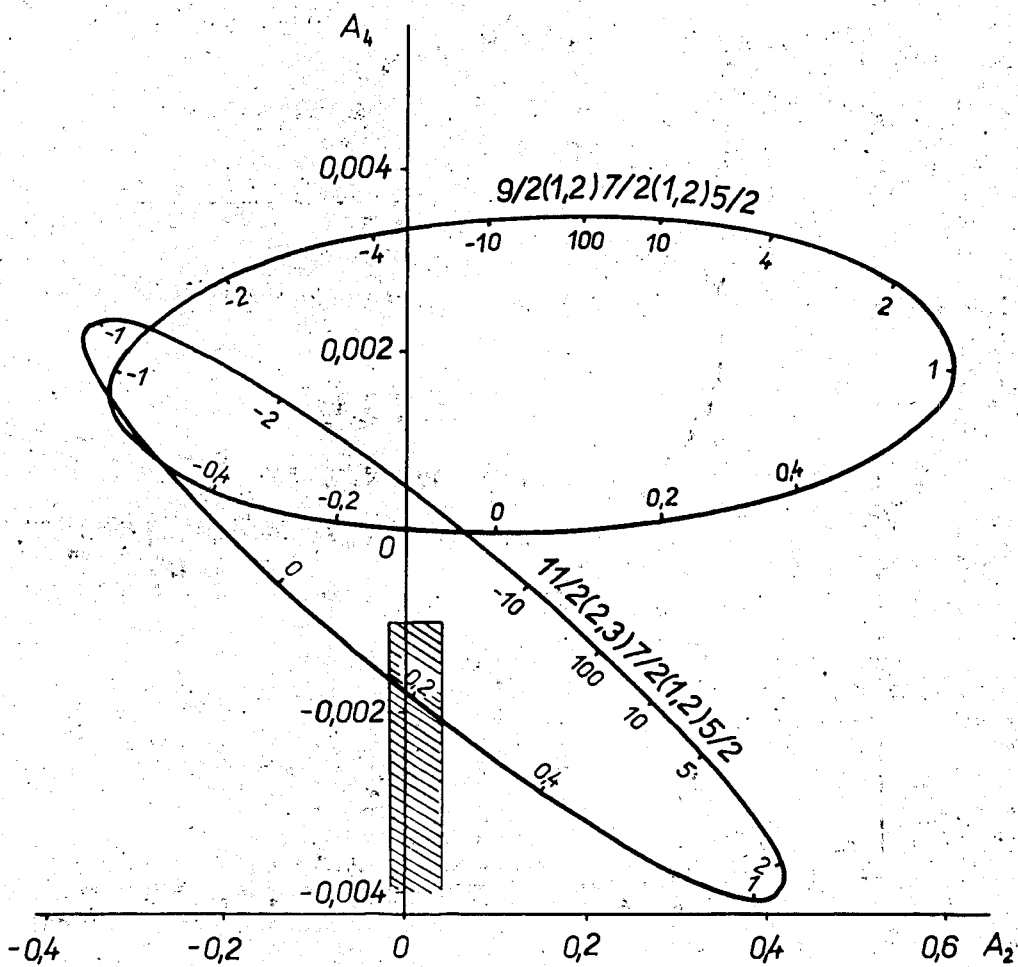


Рис. 3. Параметрический график для коэффициентов угловой корреляции A_2 и A_4 (каскад 114-738 кэВ).

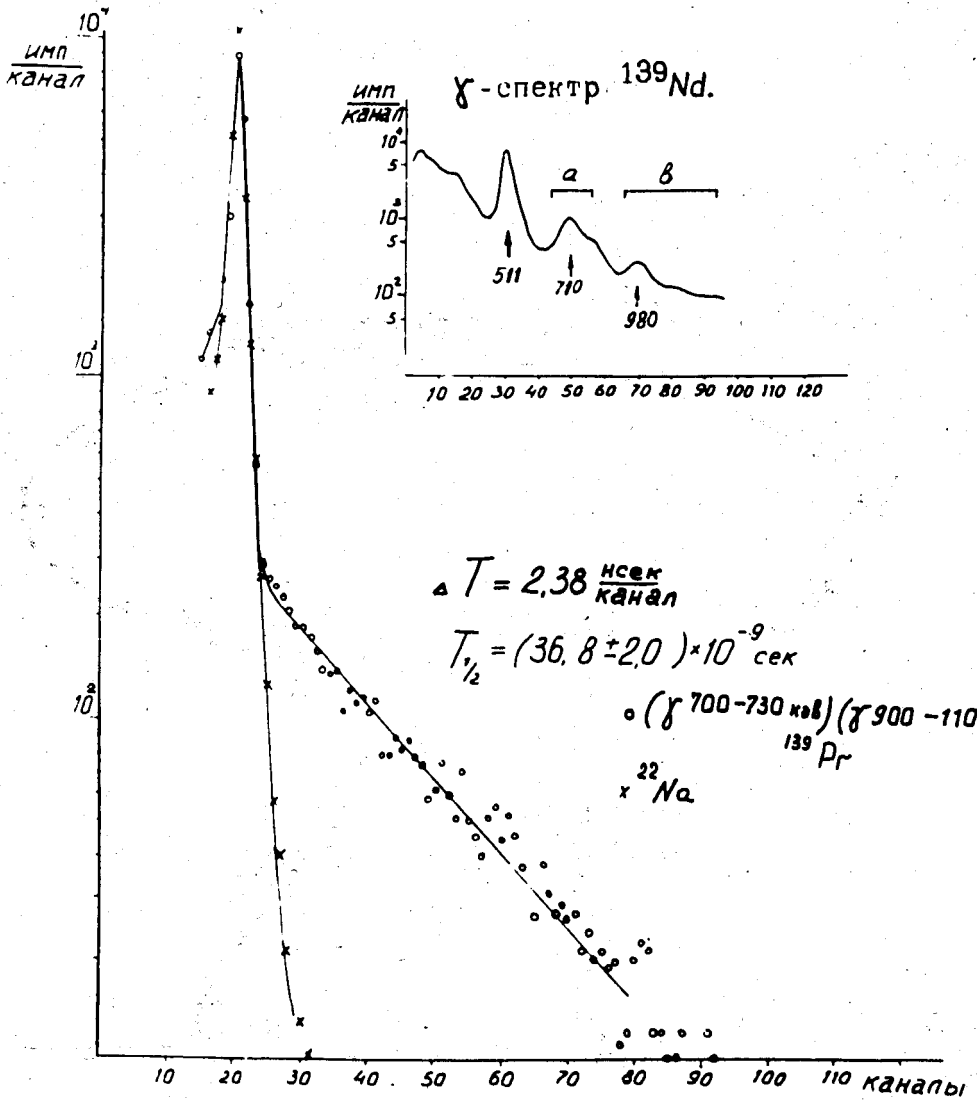


Рис. 4. Кривая распада уровня 820 кэВ в ядре ^{139}Pr .