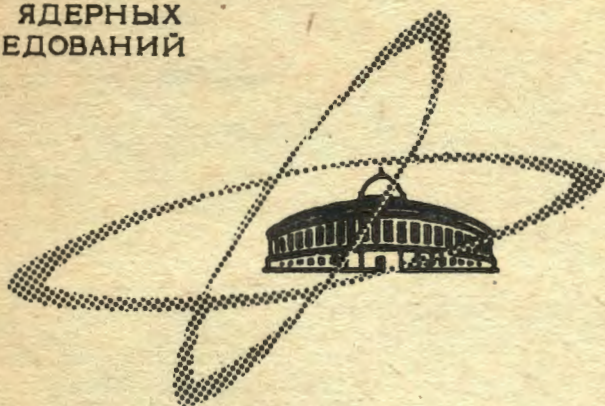


Б-568

3/IV-68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



РЗ - 3696

Ф.Бечварж, Я.Врзал, Я.Липтак, Я.Урбанец

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

СПЕКТРЫ γ -ЛУЧЕЙ
ИЗ ЗАХВАТА РЕЗОНАНСНЫХ НЕЙТРОНОВ
НА ИЗОТОПАХ Ва И Рr

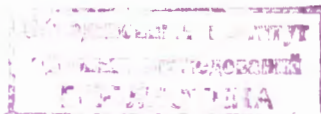
1968

РЗ - 3696

Ф.Бечварж, Я.Врзал, Я.Липтак, Я.Урбанец

СПЕКТРЫ γ -ЛУЧЕЙ
ИЗ ЗАХВАТА РЕЗОНАНСНЫХ НЕЙТРОНОВ
НА ИЗОТОПАХ Ва И Рг

Направлено в ЯФ



7236/2 up

В настоящей работе описываются последние результаты измерений γ -лучей из захвата резонансных нейтронов на Ba и Pr , которые проводились нами с помощью $\text{Ge}(\text{Li})$ -детектора с высоким разрешением. Целью этих измерений явилось дальнейшее исследование аномалии в интенсивностях γ -лучей из захвата резонансных нейтронов на ^{135}Ba и уточнения характера резонанса 85,1 эв в ^{141}Pr .

Измерения проводились на 50-метровой измерительной базе реактора ИБР ОИЯИ в Дубне.

Экспериментальная аппаратура

В наших измерениях применялся $\text{Ge}(\text{Li})$ - детектор коаксиального типа с чувствительным объемом $\approx 12 \text{ см}^3$ в сочетании с 4096-канальным амплитудным кодировщиком и временным кодировщиком /1/, входящими в комплект многомерного анализатора с памятью на магнитной ленте /2/. Блок-схема электронного тракта изображена на рис.1. При измерениях весь тракт был стабилизирован реперными импульсами генератора импульсов точной амплитуды. При этой стабилизации использовались два импульса для стабилизации усиления и порога амплитудного кодировщика. Стабильность всего амплитудного тракта можно было определить по уширению пиков. Опыт длительных измерений (до нескольких сот часов) показал, что уход порога является незаметным и уход усиления составляет приб-

лизительно 0,5 ширины канала, что в большинстве случаев составляло около 1 кэв.

В измерениях мы пользовались мишенью, которая частично окружает детектор для увеличения эффекта. Благодаря малым размерам детектора не нужно было опасаться эффекта суммирования импульсов. Отсутствие эффекта суммирования проверялось экспериментально. Примененная геометрия схематически изображена на рис. 2. Память на магнитной ленте позволяла использовать для записи 19 дорожек, и в нашем случае это позволило регистрировать амплитудно-временной спектр с 4096 амплитудными и 128 временными каналами. Разрешение нейтронного спектрометра составляло 60 нсек/м. Разрешение Ge(Li) -спектрометра составляло 4,5 кэв в области низких энергий и ≈ 8 кэв в области энергии связи нейтрона.

А. Измерения на Ва

Данные о характере захватных уровней в ^{135}Ba

При измерении захватных γ -лучей на Ва перекрывалась область энергий γ -лучей от 400 кэв до 10 Мэв. Примером полученных спектров может служить область малых энергий (рис.3) и область вблизи энергии связи (рис.4). Эти измерения вновь подтвердили аномальную интенсивность жестких переходов, наблюдавшуюся в работах 3,4, и аномальное поведение перехода в основное состояние в резонансе 24,5 эв. Аномальные интенсивности жестких γ -лучей в резонансе 24,5 эв можно было бы объяснить, как уже раньше мы предполагали, аномально сильным p -волновым захватом. Однако этому противоречат измерения, которые проводились Ким Хи Саном и др. /5/, и которые показали интерференцию между потенциальным и резонансным рассеянием в резонансе 24,5 эв. p -волновую природу резонанса можно доказать прямым путем, наблюдая ход сечения парциального перехода в тепловой области энергии нейтронов. В случае s -волнового резонанса в области низких энергий имеет место известный ход $1/v$ - нейтронного сечения. В случае p -волнового резонанса в области тепловых энергий (когда $kR \ll 1$) ход сечения описывается формулой:

$$\sigma_{p(th)} = \sigma_a \left(\frac{E}{E_r} \right)^{1/2}; \quad \sigma_a = \pi \lambda_0^2 g \frac{\Gamma_n \Gamma_\gamma}{E^2},$$

так как:

$$\sigma_p(E) \approx \sigma_s(E) \frac{k^2 R^2}{1 + k^2 R^2},$$

где $\sigma_s(E)$ дается формулой Брейта-Вигнера для изолированного уровня; E - энергия нейтрона; E_r - энергия резонанса. Из этого следует, что в случае p - волнового резонанса отношение интенсивности линии, которая соответствует p - волновым резонансам, к другой линии, которая в основном принадлежит захвату s - волновых нейтронов, должно быть:

$$\frac{I_{\gamma p}}{I_{\gamma s}} \approx E,$$

где E - энергия нейтрона. Если оба пика принадлежат s - волновому захвату, то отношение равно константе. Мы провели такое измерение для прямого перехода 9112 кэв при захвате нейтронов на ^{135}Ba . В качестве репера был взят переход 818 кэв, идущий из первого возбужденного состояния на основное состояние. Этот переход характеризует поведение s - волнового захвата в области тепловых энергий нейтронов, так как значительная доля захвата в барии 135 в тепловой области обусловлена далеким отрицательным резонансом. Описанный метод позволяет частично избавиться от влияния фона, обусловленного захватом на других изотопах бария и окружающих материалов. Статистическая обработка данных показала, что $\chi^2/\text{степ.своб.}$ дает значение 0,82 для постоянного отношения этих величин в области тепловых энергий и значение 1,45 для их линейной зависимости от энергии нейтрона (рис.5). Относительный выход линии 9112 кэв в резонансе 24,5 эв в $5,74 \pm 1,8$ раз больше, чем в тепловой области.

Отношение сечения теплового захвата для изотопа ^{135}Ba к вкладу s -резонанса 24,5 эв в тепловую область при использовании параметров из работы /5/ равно $6,5 \pm 1,1$, что хорошо согласуется с экспериментальным значением. Результаты этого опыта вновь показали s -волновой характер резонанса 24,5 эв.

В спектре γ -лучей из захвата нейтронов на ^{135}Ba отчетливо наблюдаются следующие переходы: 9112 ± 5 кэв; 8294 ± 5 кэв; 7561 ± 5 кэв; 7534 ± 5 кэв; 7032 ± 5 кэв; 6983 ± 5 кэв; 5675 ± 5 кэв; 5602 ± 5 кэв. В последних измерениях мы исследовали интенсивность перехода 8294 ± 5 кэв, идущего на первое возбужденное состояние в ^{136}Ba . Результаты этих исследований показали, что такой переход наблюдается и в других резонансах с заметной интенсивностью и с флуктуациями, которые не противоречат статистическому распределению соответствующих матричных элементов.

В таблице 1 приводятся значения парциальных радиационных $\Gamma_{\gamma 1}$ ширин переходов, идущих на основное и первые три возбужденные состояния в пяти резонансах. Интенсивность перехода 9112 ± 5 кэв взята из работы /3/. Все остальные величины вычислены в отношении к этой интенсивности. Мерой, определяющей число захваченных нейтронов в отдельных резонансах, считалась интенсивность линии 818 кэв. В настоящей работе была учтена интенсивность перехода 8294 кэв в резонансах 24,5 эв и 106 эв. В работе /3/ приводилось завышенное значение, обусловленное неточностью в вычитании отдельных пиков в сцинтилляционном спектрометре вследствие дрейфа усиления этой аппаратуры. При расчетах интенсивностей переходов применялась кривая эффективности Ge(Li) -детектора, полученная нами с помощью измерения γ -лучей из захвата тепловых нейтронов на ^{35}Cl в одинаковых условиях эксперимента и с источником ^{68}Ga в эквивалентной геометрии. Кривая эффективности для пика полного поглощения и двойного вылета приведена на рисунке 6.

Эти опыты показали, что при захвате нейтронов на ^{135}Ba состояния распадаются с помощью переходов типа M1 с аномально высокой интенсивностью. Аномальное поведение основного перехода в резонансе 24,5 эв можно объяснить низкой плотностью уровней со спином 1^+ в исследуемой области энергий нейтронов (0,1 - 5,000 эв). Самым важным фактом является высокая интенсивность M1-переходов, которая не наблюдается на других близких ядрах. Наши измерения ^{/6/}, так же как и измерения Арчера и др. ^{/7/}, проведенные на соседнем ядре, показали, что ранее наблюдаемые высокие интенсивности M1-переходов на ^{134}Cs ^{/8/} можно объяснить тем, что в действительности в ^{134}Cs не наблюдаются переходы, идущие на основное и первое возбужденное состояния, а наблюдаются переходы, идущие на более высоколежащие уровни, у которых не исключена четность, противоположная четности захватного состояния.

Высокие интенсивности M1-переходов в ^{136}Ba можно объяснить влиянием гигантского M1-резонанса. Зависимость средних значений интенсивностей дипольных переходов от их энергии должна, по Вайскопфу, следовать формуле:

$$\bar{\Gamma}_{\gamma} \approx E_{\gamma}^3 \frac{D_1}{D_0} .$$

В работе Аксела ^{/9/} предполагается влияние гигантского резонанса на вероятность дипольных электрических переходов и, тем самым, зависимость матричных элементов от энергии γ -кванта. В общем случае зависимость радиационной ширины E1 переходов при учете лоренцевской формы гигантского резонанса имеет вид:

$$\Gamma_{\gamma} (E1) = \frac{a A E_{\gamma}^4 \Gamma_{\sigma}^2 D}{(E_{\gamma}^2 - E_{\sigma}^2)^2 + E_{\gamma}^2 \Gamma_{\sigma}^2} ,$$

где a - константа; A - атомный вес; Γ_{σ} - ширина и E_{σ} - энергия гигантского резонанса.

Для парциальной радиационной ширины при энергии, лежащей на крыле гигантского резонанса, имеет место следующая зависимость от энергии γ - квантов:

$$\Gamma_{\gamma_1}(E_1) \approx E_{\gamma_1}^5.$$

Если предположить, что похожим образом проявляется M1 гигантский резонанс, то, так как энергия $E_g(M1)$ лежит ниже $E_g(E1)$, зависимость Γ_{γ_1} от энергии может быть более крутой.

Однако в нашем случае трудно определить средние значения парциальных радиационных ширин, потому что не известно число уровней со спином, равным 1^+ , в исследуемой области энергии нейтронов. В таблице II приводится сравнение средних относительных значений парциальных ширин для 4γ - переходов с зависимостью от E_γ^3 и E_γ^5 . Усреднение для основного перехода и перехода 7534 кэВ проводилось по трем резонансам, у которых предполагается значение спина 1^+ , и для других переходов - по шести резонансам, так как в обоих случаях спинов может наблюдаться M1 переход. Сравнение обнадеживающее, однако, для окончательных заключений требует исследования резонансов в более высокой области энергий и точных заключений о спинах всех резонансов.

Изотопическая принадлежность резонансов Ва

Для того, чтобы определить изотопическую принадлежность резонансов 46,5 эВ и 58 эВ, нами проводились измерения с образцом, сильно обогащенным изотопами ^{130}Ba и ^{132}Ba . Обогащение изотопами ^{130}Ba и ^{132}Ba достигало 5,4 и 7,6 процентов соответственно. Измерения показали принадлежность резонанса 46,5 эВ ^{132}Ba и резонанса 58 эВ ^{130}Ba . Принадлежность резонансов при энергии нейтрона выше 600 эВ определялась с помощью линии 818 кэВ. Во временном спектре таким образом выделялись пики при энергиях 720, 1080, 1650, 2070 эВ, что

соответствует данным, приводимым в литературе. Однако недостаточное разрешение пролетного спектрометра и низкое число используемых временных каналов не позволяют уточнить принадлежность этих пиков отдельным резонансам или группам резонансов.

Система низколежащих уровней ^{136}Ba

Исследование всей области спектров γ - лучей позволяет уточнить и схему низколежащих уровней исследуемых изотопов. Низколежащие уровни в ^{136}Ba исследовались при распаде ^{136}Cs /10/, а также при распаде ^{136}La /11/. Так как основное состояние имеет спин 5^+ , то при β - распаде в ^{136}Ba заселяются только уровни с высоким спином. При распаде ^{136}La со спином 1^+ ($T_{1/2} = 10$ мин.) заселяются только основное и первое возбужденные состояния ^{136}Ba . Высоколежащие состояния с низким значением спина можно определить в данном случае только из измерений захватных γ - лучей. Полученные энергии жестких и мягких переходов позволили нам дополнить схему низколежащих уровней ^{136}Ba . Дополненная схема приведена на рисунке 7.

В наших измерениях четко проявляется состояние со спином 2^+ при энергии 1551 кэв, которое определено на основе наблюдаемого нами перехода из захватного состояния с энергией 7561 кэв и тоже на основе переходов с энергией 1551 кэв и 733 кэв. Отношение приведенных вероятностей для обоих этих переходов $\frac{B(E2, 2^+ \rightarrow 2^+)}{B(E2, 2^+ \rightarrow 0^+)} = 40$ свидетельствует о коллективном характере этого уровня. На основе наблюдаемого нами слабого перехода с энергией 7534 кэв и перехода 760 кэв можно ввести уровень при энергии 1578 кэв, которому мы приписываем спин 0^+ . На основе полученных результатов нельзя полностью исключить приписание этому уровню спина 2^+ , однако полное отсутствие перехода с энергией 1578 кэв, которое можно было проверить в резонансах 82 и 99 эв, говорит в поль-

зу значения спина 0^+ . В таком случае можно уровни 1551 кэв, 1578 кэв и уровень 1868 кэв со спином 4^+ считать членами двухфононного триплета. Дополнительные сведения о характере этих уровней могло бы дать наблюдение перехода с энергией 310 кэв между уровнями $4_1^+ \rightarrow 2_2^+$. Нами наблюдался ряд линий в области мягких γ -лучей, которые не удалось все разместить в схему низколежащих уровней. Они приводятся в таблице III. На рисунке приводится схема уровней, дополненная на основе наших измерений. О характере введенных нами более высоких состояний, отмеченных на рис.7 звездочкой, нельзя пока сделать дополнительных заключений. Следует только отметить, что уровень 2222 кэв можно однозначно ввести на основе наблюдаемого жесткого перехода и разряжающих его переходов 1404 и 671 кэв, идущих на уровни 2^+ . Слабый переход 2222 кэв может полностью принадлежать захвату нейтронов на водороде, который в большом количестве содержался в применяемом образце. Уровни 3431 ± 5 кэв и 3504 ± 5 кэв введены только на основании наблюдаемых жестких переходов.

В таблице IV приводится относительная интенсивность заселения разных наблюдаемых низколежащих уровней. По отношению к заселенности уровня 818 кэв, который является мерой, характеризующей число случаев захвата нейтронов, следует отметить, что наблюдается ожидаемая зависимость заселенности уровней со спином 4^+ от спина захватного уровня.

В. Измерения γ -лучей при захвате резонансных нейтронов в Pr

В работе /12/ делалось заключение о р-волновом характере резонанса 85,1 эв в изотопе ^{141}Pr . В нашей предыдущей работе /13/ было доказано на основе измерений с помощью сцинтилляционного γ -спектрометра, что резонанс 85,1 эв является s-волновым резонан-

сом. С появлением $\text{Ge}(\text{Li})$ -детекторов было вновь предпринято измерение γ -спектров из резонансного захвата нейтронов на ^{141}Pr .

Настоящие измерения делались в такой же геометрии, как и измерения с мишенью BaO , при использовании $\text{Ge}(\text{Li})$ -спектрометра с чувствительным объемом $\approx 12 \text{ см}^3$.

Результаты измерений

В наших измерениях захватывалась область энергий γ -лучей с ≈ 60 кэв до 8 Мэв. На рис.8 приводится спектр мягких γ -лучей, полученный в резонансе 85,1 эв, и на рисунке 9 - спектр жестких γ -лучей в области энергии связи нейтрона в ядре ^{142}Pr для разных резонансов.

На основе этих измерений можно было уточнить энергию связи нейтрона и энергии остальных жестких γ -квантов, идущих на низколежащие возбужденные уровни ^{142}Pr . Вместе с полученными энергиями мягких γ -лучей, эти измерения дали возможность определить схему низколежащих уровней ^{142}Pr (рис.10). Кроме уровней, которые приводятся в схеме распада на основе жестких γ -квантов, можно ввести уровни при энергиях возбуждения 977, 1493 и 1515 кэв.

В таблице V приводятся энергии жестких γ -лучей, наблюдаемых нами в интегральном спектре и принадлежащих ^{142}Pr . Точность определения энергий жестких γ -квантов представляет собой ± 5 кэв и в основном обусловлена точностью значений γ -дублета из захвата нейтронов на ^{57}Fe , принятыми за реперные в нашей калибровке. Энергии мягких γ -лучей приведены на рисунке 9 и точность их определения — $\pm 1,5$ кэв. В ^{142}Pr разрешен переход на основное состояние типа E1 при захвате s -нейтронов. Так как ближайшие возбужденные состояния, вероятно, являются мультиплетом конфигурации ($d_{3/2}$, $f_{5/2}$) и имеют

отрицательную четность, то на все эти низкие уровни разрешены тоже E1 - переходы. Спин основного уровня $^{142}\text{Pr } 2^-$. Спин захватного состояния при захвате s - нейтрона может приобретать значения 2^+ или 3 и поэтому в обоих случаях разрешены E1-переходы.

Настоящие измерения вновь подтверждают вывод, сделанный в работе /13/, о s - волновом характере резонанса 85,1 эв. Заключение, сделанное в работе /13/ о группировании резонансов по отношению к характеру γ - спектров, можно объяснить тем, что одному пику, проявившемуся в измерениях со сцинтилляционным спектрометром, соответствует ряд переходов. Эти переходы можно было разделить только при использовании Ge(Li)- детектора. Это явление можно ожидать для нечетно-нечетного ядра ^{142}Pr с высокой плотностью уровней в области основного состояния. В таком случае, несмотря на то, что отдельные γ - переходы подчиняются статистическим флуктуациям по распределению Портера-Томаса с $\nu = 1$, усредненная интенсивность группы переходов может показать зависимость от захватного спина. Следует отметить, что удивительным является то обстоятельство, что основная часть первичных

γ - переходов, возникающих при захвате нейтрона на ^{141}Pr , идет на уровни, лежащие в диапазоне 200 кэв над основным состоянием. Это противоречит представлениям статистической модели. Интенсивность таких переходов сравнима с интенсивностью самого интенсивного пика в мягкой области с энергией 176 кэв или даже в несколько раз превышает ее. Это наглядно видно из таблицы 6, в которой приводятся значения интенсивностей самых интенсивных жестких линий в γ - спектре по отношению к интенсивности линии 176 кэв в семи разных резонансах.

На основе этих измерений мы попытались определить характер резонансов 50,5 эв и 112 эв, которые наблюдались в работе /13/, и принадлежность которых в ^{141}Pr и нейтронные параметры были определены в работе /15/. На основании определенных интенсивностей γ - переходов для этих резонансов можно утверждать, что резонанс при энергии 112 эв

принадлежит к s - волновым, несмотря на большой фон в этой области, вызванный захватом нейтронов на резонансе ^{73}Ge . В резонансе 50,5 эв не проявлялся четко ни один пик, соответствующий энергиям γ - лучей в других резонансах. К сожалению, резонанс очень слабый, и поэтому можно оценить только верхний предел проявления характерных энергий в спектре. Явно низкая интенсивность этих переходов свидетельствует об исчезновении E1 переходов и, тем самым, о p - волновом характере резонанса. Однако для убедительного подтверждения этого факта требуются измерения с лучшей статистикой и уменьшенным фоном.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить И.М.Франка и Ф.Л.Шапиро за постоянную поддержку этой работы, Я.Гроника и Й.Высочилову за участие в экспериментах. Особенно авторы благодарны В.Г.Тишину за разработку электронной аппаратуры и помощь при ее эксплуатации.

Л и т е р а т у р а

1. В.Г.Тишин. Диссертация ОИЯИ, Дубна (1967).
2. Г.П.Жуков, Г.И.Забиякин, В.Д.Шибяев. Труды 6 конференции по радиоэлектронике. Атомиздат т.3, ч.1, стр.191 (1965).
3. Я.Урбанец, Я.Врзал, Я.Липтак. Препринт ОИЯИ Р-1972 (1965); ЖЭТФ.
4. J. Urbanec, J. Vrzal, J. Lipták
Препринт ОИЯИ Е-2214, стр.29 (1965).
5. Kim Hi San, L.B. Pikelner, E.I. Sharapov, Kh. Sirazhet
Препринт ОИЯИ Е-2214, стр.23 (1965).
6. F. Bečvář, J. Vrzal, J. Lipták, J. Urbanec
Contributions of International Conference on Nuclear
Structure, Tokyo 4.117 с 162 (1967)
7. Archer et al, Nucl. Phys. 83, 241 (1966).
8. H. Knoepfel, P. Scherrer, P. Stoll, W. Wollf
Helv. Phys. Acta 32, 264 (1959); Zeit. f. Phys. 156, 293 (1949).

9. P. Axel, *Phys. Rev.* 126, 671 (1962).
10. Fujioka, et al *Nucl. Phys. A*, 95 577 (1967)
11. R. Girgis, R. Van. Lieshout, *Nucl. Phys.* 12, 204 (1959)
12. C. Corge, V.D. Huynh, J. Julien, J. Morgenstern, F. Netter
J. Physique et Rad. 22, 724 (1961)
13. Я.Урбанец, *ЖЭТФ* 45, 93 (1963).
14. G.A. Bartholomew, B.B. Kinsey. *Can. J. Phys.* 31, 1025 (1953).
15. Ван Най-янь, Н.Илиеску и др. *ЖЭТФ* 47, 43 (1964).

Рукопись поступила в издательский отдел
7 марта 1968 г.

Таблица I

Частичные радиационные ширины Γ_{γ_i} для трёх жёстких переходов в ^{136}Ba и для разных резонансов.

Γ_{γ_i} выражена в мэв.

Энергия -кван- та (кэВ)	Энергия резонанса (эВ)					
	24,5	82	88	106	229	287
9112	$10,5 \pm 2,5$	0,05	0,05	0,1	0,5	0,3
8294	$2,7 \pm 1$	$0,8 \pm 0,3$	0,1	$3,4 \pm 1,5$	0,5	$2 \pm 1,5$
7561	$0,6 \pm 0,2$	0,1	$0,5 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,7$	0,1	0,5

Таблица II

Сравнение средних относительных интенсивностей γ -переходов 9112, 8294 и 7561 кэВ с зависимостью от энергии в E^3 и E^5 .

кэВ	9112	8294	7561	7534
E^3	1	0,75	0,57	0,56
E^5	1	0,62	0,39	0,38
Эксп.	1	$0,4 \pm 0,12$	$0,13 \pm 0,04$	$0,18 \pm 0,06$

Таблица III

Интенсивности мягких γ - лучей в резонансе 24,5 эв.

E_γ (кэВ)	I_γ	E_γ (кэВ)	I_γ	E_γ (кэВ)	I_γ
64I		818	100	1668	5,5
650		1050	9,0	1714	1,8
661		1235	5,6	1752	1,4
671	6,2	1262	6,0	1821	4,0
681		1311	3,6	1968	4,5
696		1351	1,8	2048	3,8
708		1404	2,7	2080	4,7
717		1551	11,0	2222	
733	14,0	1573	4,2	2404	4,5
748	1,1	1580	4,8	2418	4,5
760	4,8	1611	1,5		

Таблица IV

Заселенность низких уровней с разными спинами в трёх резонансах. Интенсивности по отношению к переходу 818 кэв.

Спин	2_2^+	(0^+)	2_1^+	4_1^+	4^+	1,2	0,1,2	2_2^+
$E_{\gamma, \text{кэВ}}$ $E_{\text{рез}}(J^\pi)$	733	760	818	1050	1235	1262	1311	1551
24,5 (1)	14,0	4,8	100	9,0	5,6	6,0	3,6	11,5
82,88 (2^+)	9,3	3,0	100	16,0	9,0	4,0	4,0	8,0
106 (1_1^+)	13,0	6,0	100	10,5	6,0	5,5	3,8	11,0

Таблица У

Высокие энергии, наблюдаемые в ^{142}Pr

E_γ (МэВ)/I4/	E_γ настоящая работа	E_γ (МэВ)/I4/	E_γ настоящая работа
5,83	5832 \pm 5 кэВ		5656 \pm 5 кэВ
	5814 \pm 5	5,67	5645 \pm 5
	5800 \pm 5		5631 \pm 5
	5776 \pm 5	5,16	5127 \pm 5
	5747 \pm 5		5086 \pm 5
	5705 \pm 5	4,79; 4,69	4855 \pm 5
	5687 \pm 5		4339 \pm 5
	5676 \pm 5		4317 \pm 5

Таблица У1

Относительная интенсивность жёстких переходов, чётко проявившихся в резонансе 85,1 эВ для нескольких резонансов. Интенсивность самого сильного мягкого перехода с энергией 176 кэВ принята за сто.

Энергия перехода (кэВ)	Энергия резонанса (эВ)						
	85,1	217	234	515	631	50,5	112
5832	56 \pm 5	8 \pm 5	12 \pm 6	371 \pm 50	30 \pm 10	< 6	~ 17
5814	15 \pm 5	8 \pm 8	< 8	95 \pm 25	< 15	< 3	~ 1
5747	130 \pm 10	18 \pm 10	< 12	172 \pm 35	< 4	< 3	~ 36
5656	56 \pm 5	39 \pm 8	17 \pm 7	44 \pm 11	120 \pm 35	< 5	~ 60
5631	55 \pm 8	51 \pm 12	38 \pm 8	< 5	33 \pm 15	< 3	~ 9

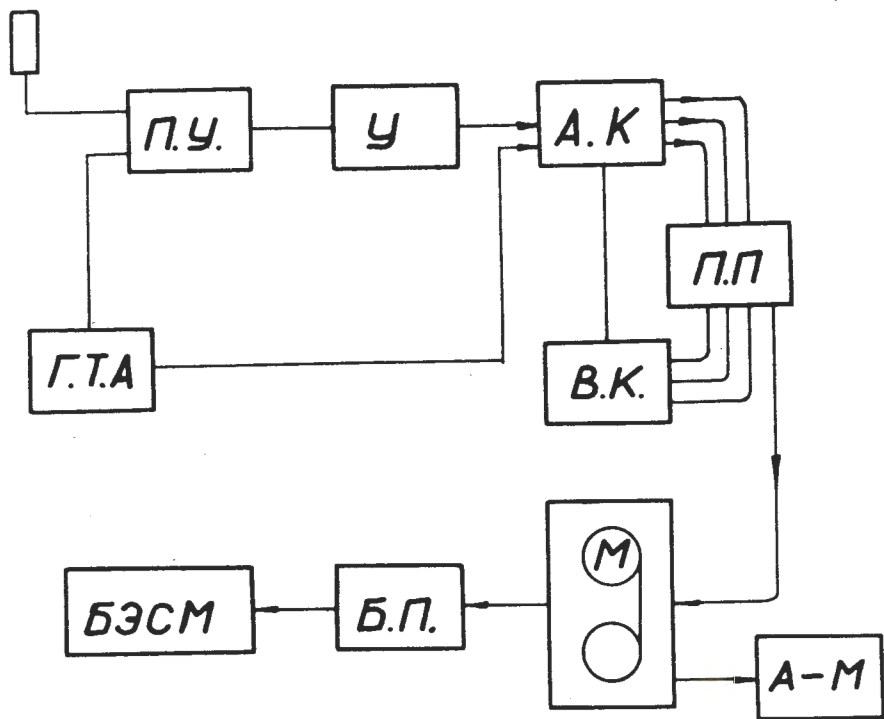


Рис.1. Блок-схема электронной аппаратуры: ПУ - предусилитель; ПП - промежуточная память; У - основной усилитель; М - магнитофон; АК - амплитудный кодировщик; АМ - анализатор-монитор; ВК - временной кодировщик; БП - быстрая память; ГТА - генератор точной амплитуды; БЭСМ - электронно-счетная машина.

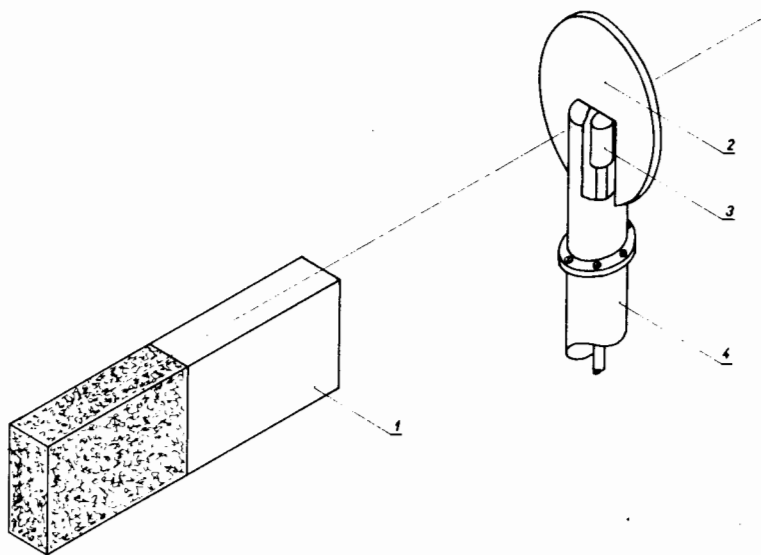


Рис.2. Схематическое изображение геометрии эксперимента: 1 - защита из свинца и парафина с B_4C ; 2 - измеряемый образец; 3 - Ge(Li) - детектор коаксиального типа; 4 - корпус криостата детектора.

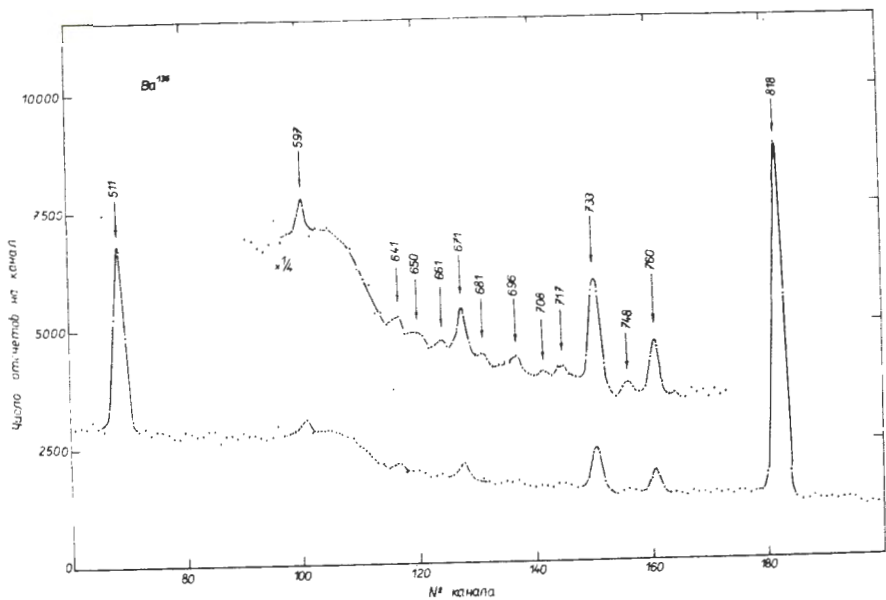


Рис.3. Спектр мягких γ -лучей из захвата нейтронов на ^{135}Ba в резонансе 24,5 эв. Область энергий 490 + 850 кэв.

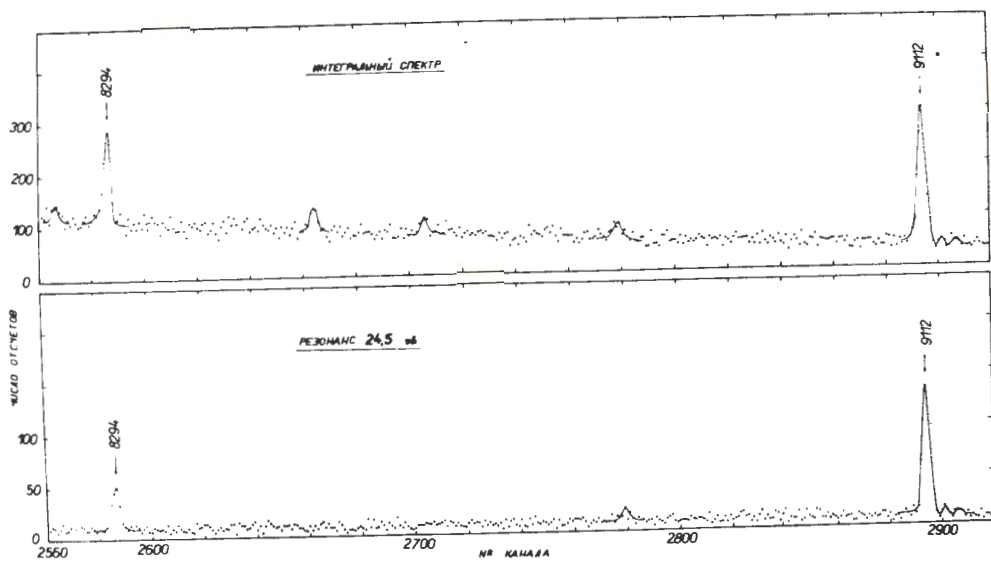


Рис.4. Спектры γ -лучей ^{138}Ba в области энергии связи нейтронов:
а) интегральный спектр; б) спектр в резонансе 24,5 эв.

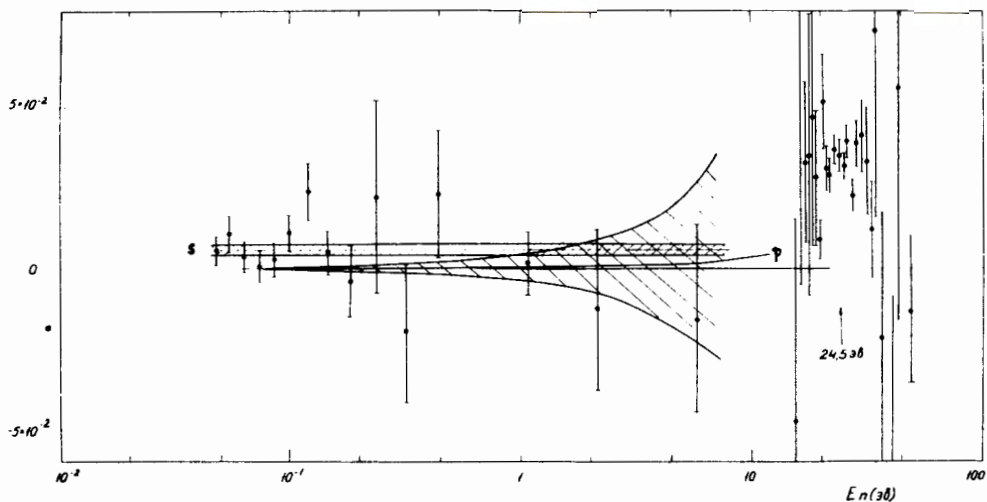


Рис.5. Ход отношения $\frac{I_{\gamma}(912)}{I_{\gamma}(818)}$ в зависимости от энергии нейтронов в тепловой и резонансной области энергий в относительных единицах.

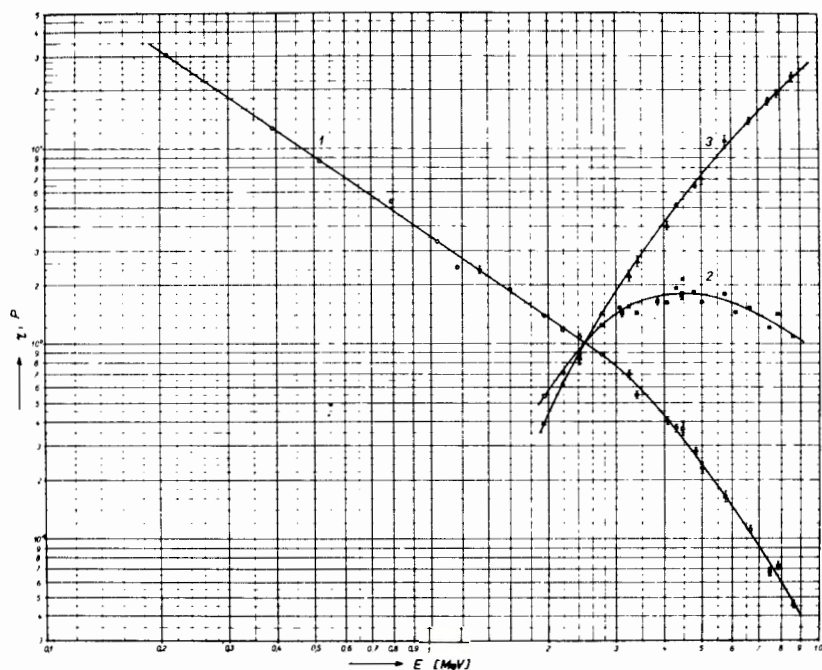


Рис.6. Кривая эффективности Ge(Li) детектора $\approx 12 \text{ см}^3$: 1 - эффективность для пика полного поглощения в зависимости от энергии; 2 - эффективность для пика двойного вылета; 3 - зависимость отношения обеих эффективностей от энергии γ -квантов.

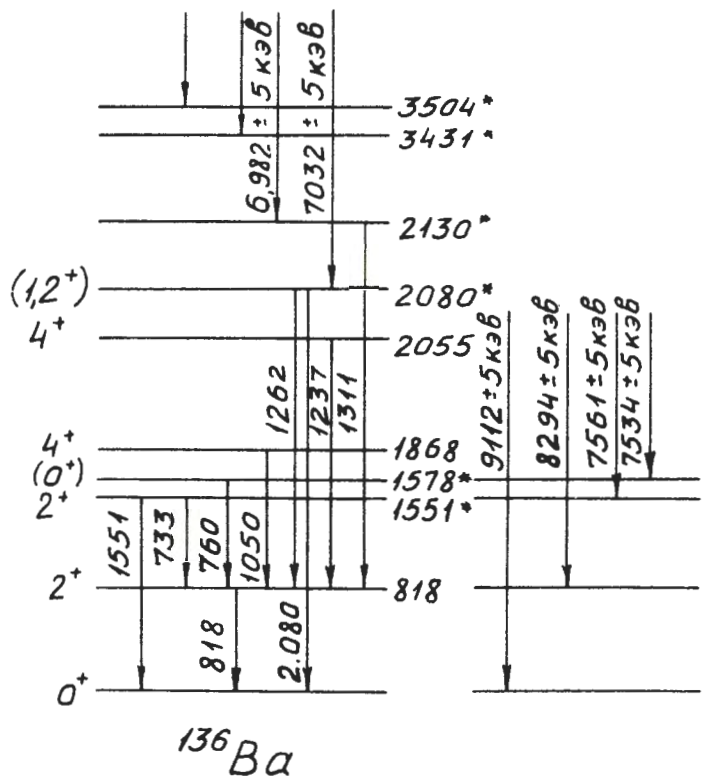


Рис.7. Схема низколежащих уровней в ^{136}Ba .

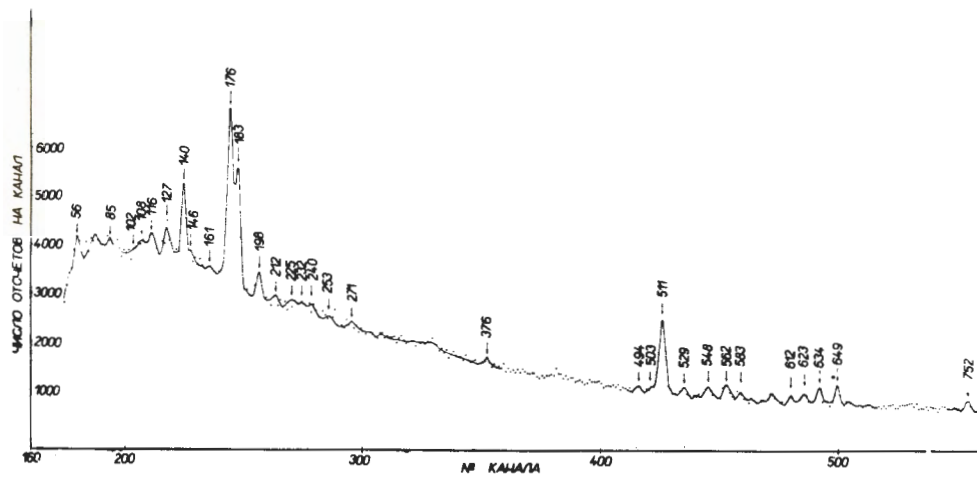


Рис.8. Спектры мягких γ -лучей из захвата нейтронов в резонансе 85,1 эв на ^{141}Pr .

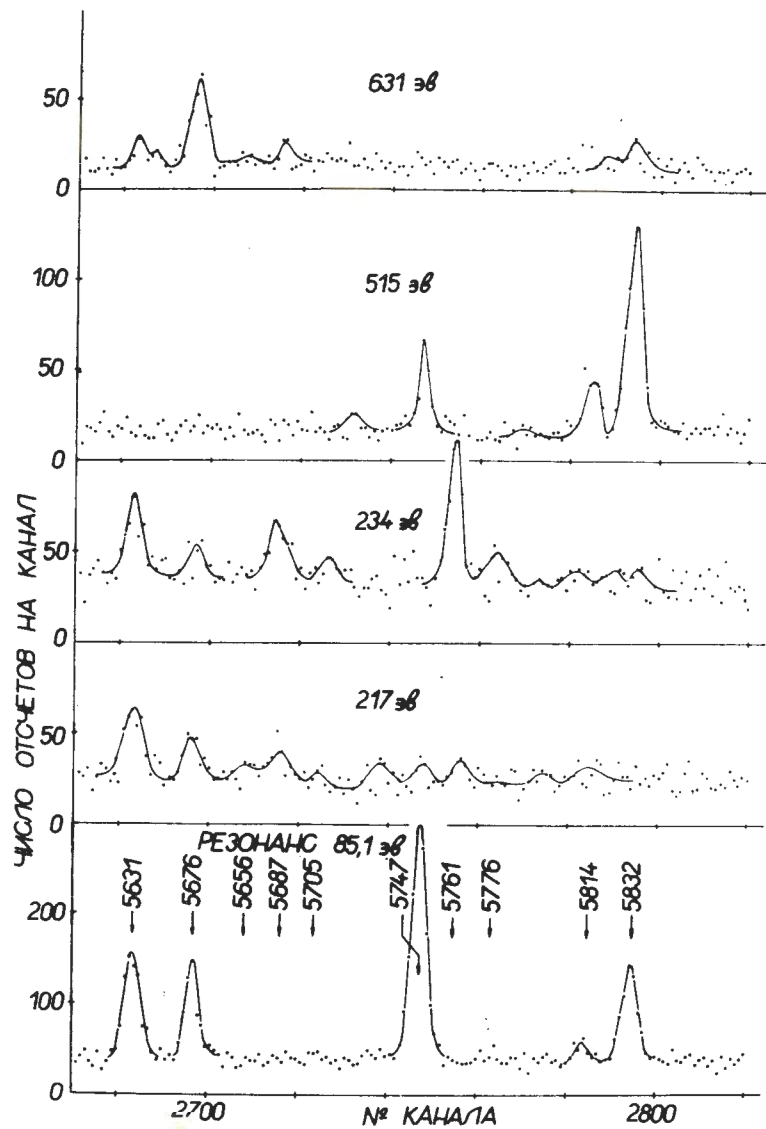


Рис.9. Спектры жестких γ -лучей ^{142}Pr из разных резонансов, энергии которых отмечены на рисунке.

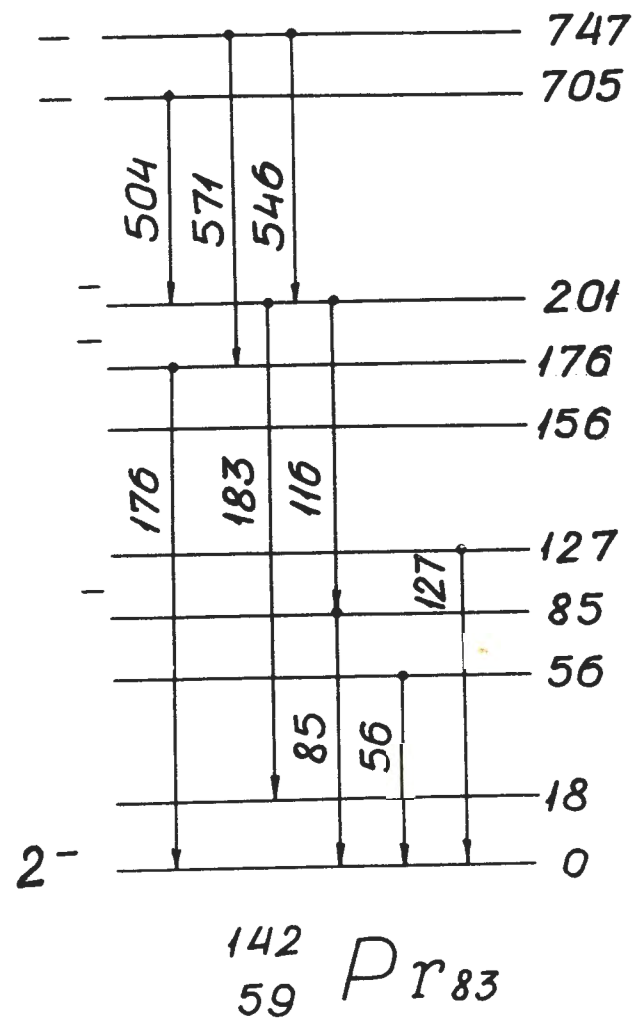


Рис.10. Схема низколежащих уровней.