

5/10-71

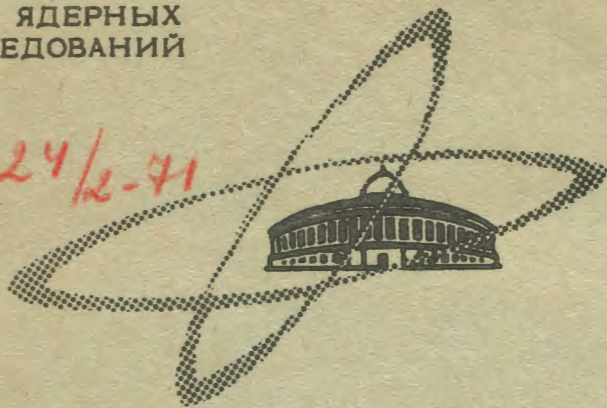
Э-217

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

P 3-5609

1024/2-71



Х.Малэцки, Л.Б.Пикельнер,  
И.М.Саламатин, Э.И.Шарапов

РАДИАЦИОННЫЕ ШИРИНЫ  
НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ УРАНА-238

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Направлено в АЭ

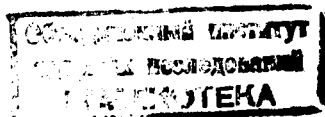
1971

РЗ-5609

Х.Малэцки, Л.Б.Пикельнер,  
И.М.Саламатин, Э.И.Шарапов

РАДИАЦИОННЫЕ ШИРИНЫ  
НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ УРАНА-238

Направлено в АЭ



Исследование нейтронных резонансов  $^{238}\text{U}$  производилось в целом ряде лабораторий <sup>/1,2,3/</sup>. Интерес к этому ядру был обусловлен теми благоприятными возможностями, которые оно дает для получения силовой функции и распределений приведенных нейтронных ширин и расстояний между уровнями. Это связано с тем, что  $\gamma$ -нейтроны возбуждают в  $^{238}\text{U}$  одну систему уровней со спином  $1/2$  при удобном для наблюдения среднем расстоянии между ними ( $D \approx 10$  эв). Не менее важным фактором являлось значение урана для реакторостроения.

Новый интерес к  $^{238}\text{U}$  возник в связи с появлением работы <sup>/4/</sup>, посвященной в основном радиационным ширинам  $\Gamma_\gamma$  резонансов этого ядра. Значения  $\Gamma_\gamma$  были известны и ранее из ряда работ <sup>/5,6/</sup>, причём отклонения отдельных ширин от среднего значения  $\Gamma_\gamma \approx 24$  Мэв не выходили, как правило, за ошибку измерения. В работе Гласса и др. <sup>/4/</sup>, выполненной при подземном атомном взрыве в США, были приведены  $\Gamma_\gamma$  для значительного числа уровней в области энергий до 2 кэв, существенно отличающиеся от полученных ранее.

На рис. 1 приведены данные работы <sup>/4/</sup> (крестики) в интервале энергии до 1,4 кэв. Главный результат этой работы заключался в том, что было получено периодическое изменение  $\Gamma_\gamma$  с энергией, как это

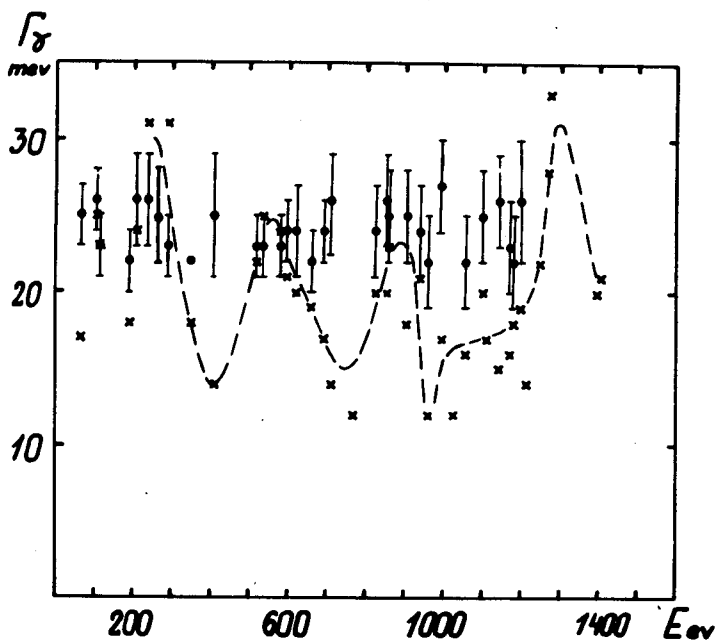


Рис. 1. Радиационные ширины резонансов  $^{238}\text{U}$  в зависимости от энергии нейтронов. Крестики - значения  $\Gamma_\gamma$  из работы<sup>/4/</sup>. Пунктирная кривая проведена авторами<sup>/4/</sup> для удобства рассмотрения. Черные точки - результаты данной работы.

показано на рис. 1 пунктирной линией, причём диапазон колебаний был очень велик: от 12 до 33 Мэв. Такое поведение  $\Gamma_\gamma$  в  $^{238}\text{U}$  авторы работы ставили в один ряд с другими известными фактами проявления промежуточной структуры в эффективных сечениях. Результаты этой работы ставят под сомнение справедливость статистического подхода к полным радиационным ширинам компаунд-состояний ядер.

В связи с важностью вопроса нами были проведены измерения пропускания и радиационного захвата нейтронов ураном-238.

Измерения проводились на импульсном реакторе ИБР с линейным электронным ускорителем в качестве инжектора. При пролетном расстоянии 500 метров разрешение составляло 6 нсек/м. Образцы представляли собой диски естественного металлического урана диаметром 160 мм (радиационный захват) и 190 мм (пропускание). Пропускание было измерено для трех образцов толщиной 1,4 и 12 мм, измерения радиационного захвата сделаны с образцом толщиной 1 мм ( $\rho = 4,8 \cdot 10^{21}$  яд/см<sup>2</sup>). В качестве детектора радиационного захвата использовался секционированный жидкостный сцинтилляционный детектор объемом около 250 литров, имеющий цилиндрический канал вдоль оси пучка нейтронов. Чувствительный объем детектора составляют 6 симметрично расположенных секций с боковыми плоскостями, параллельными оси пучка. Электроника детектора позволяет отбирать импульсы от каждой секции, лежащие выше заданного порога, регистрировать суммарный импульс от всех секций, двойные и тройные совпадения между любыми секциями.

Важным вопросом в измерениях радиационного захвата является аккуратное определение произведения потока нейтронов  $\Pi(E)$  на эффективность детектора по отношению к акту захвата нейтрона  $\epsilon_\gamma$ , которое входит в выражение

$$\Sigma N_1 = \Pi(E) \epsilon_\gamma A \frac{\Gamma_\gamma}{\Gamma} \quad (1)$$



Здесь  $\Sigma N_1$  - сумма отсчетов детектора по резонансу при вычтенном фоне,  $\Gamma_\gamma$  и  $\Gamma$  - радиационная и полная ширины резонанса,  $A$  - площадь резонансного провала на кривой пропускания. В частности, в нашем случае необходимо было убедиться, что  $\epsilon_\gamma$  не меняется от резонанса к резонансу. С этой целью измерения проводились при всех перечисленных выше режимах и сравнивались между собой отношения площадей резонансов при измерениях в разных режимах. Так как смягчение спектра, т.е. увеличение множественности  $\gamma$ -квантов в каскаде приводит к увеличению эффективности регистрации акта захвата в режиме совпадений с низким порогом, а регистрация в отдельных секциях с высоким порогом (3 Мэв) при этом падает, то отношение площадей резонансов в таких режимах является чувствительным указателем изменения характера спектра. В наших измерениях указанные отношения оставались постоянными от резонанса к резонансу в пределах статистической точности (порядка пяти процентов), что позволяет говорить о постоянстве эффективности детектора. На рис. 2 приведен участок аппаратурного спектра  $^{238}\text{U}$ , полученный с  $(n, \gamma)$ -детектором в режиме двойных совпадений. Уровень между резонансами обусловлен в основном собственным фоном детектора и  $\gamma$ -активностью образца. Ход потока с энергией был получен из измерений с тонким борным счётчиком, а абсолютная калибровка  $P(E)\epsilon_\gamma$  осуществлялась путем определения величины  $A$  из пропускания для резонансов с  $\Gamma_n \ll \Gamma_\gamma$ , для которых отношение  $\Gamma_\gamma / \Gamma$  в выражении (1) почти не зависит от принятых значений  $\Gamma_n$  и  $\Gamma_\gamma$ . Для калибровки использовались те резонансы, для которых литературные данные по  $\Gamma_n$  хорошо согласовывались между собой и с полученными нами из измерений пропускания.

Пропускание измерялось с тем же детектором, но вместо уранового образца в детектор помещался набор образцов с большими сечениями захвата, чередующихся с тонкими слоями замедлителя. В качестве захваченных образцов использовались кадмий, рений, тантал, редкоземельные элементы.

При обработке кривых пропускания использовался метод площадей с учётом интерференции резонансного и потенциального рассеяний. Параметры резонансов, полученные при совместной обработке данных по пропусканию и радиационному захвату, приведены в таблице. Для резонансов, у которых  $\Gamma_n > \Gamma_\gamma$ , основным источником информации о  $\Gamma_\gamma$  является измерение радиационного захвата, как это было показано в работе <sup>/7/</sup>. В тех случаях, когда это было нужно, вводилась поправка на захват нейтронов после рассеяния.

Как это видно из таблицы, радиационные ширины в области энергии нейтронов до 1200 эв, различаются незначительно. Среднее значение  $\bar{\Gamma}_\gamma = 24$  Мэв, и отклонения от среднего практически не выходят за ошибку измерения, которая составляет около 10% для большинства резонансов. Возможно, что увеличение точности измерений позволит обнаружить малые флуктуации в величинах  $\Gamma_\gamma$ , но во всяком случае флуктуации, приведенные в работе <sup>/4/</sup>, как это видно из рис. 1, явно нереальны. Среднее значение  $\bar{\Gamma}_\gamma = 19$  Мэв, полученное в <sup>/4/</sup>, также представляется существенно заниженным.

Основные результаты по радиационным ширинам урана-238 были доложены нами ранее <sup>/8/</sup>, а опубликованные в то же время данные бельгийской группы <sup>/9/</sup> показали хорошее согласие с нашими.

В заключение авторы выражают благодарность Т.С. Афанасьевой и Н.Т. Хотько за помощь в проведении измерений.

#### Л и т е р а т у р а

1. L.M. Bollinger, R.E. Cote, D.A. Dahlburg, G.E. Thomas. Phys. Rev., 105, 661 (1957).



2. F.W.K. Firk, J.E. Lynn, M.C. Moxon. Nucl.Phys., 41, 614 (1963).
3. L.B. Garg, L. Rainwater, J.S. Petersen and W.W. Havens, Jr., Phys.Rev., 134, B 985 (1964).
4. N.W. Glass, A.D. Shelberg, L.D. Tatro, J.H. Warren. Proc. 2nd Conf. on Neutron Cross Section Technology, Washington. ed. by D. Goldman, p. 573 (1968).
5. J.L. Rosen, J.S. Desijardins, J. Rainwater and W.W. Havens., Jr., Phys.Rev., 118, 687 (1961).
6. M. Asghar, C.M. Chaffey, M.C. Moxon. Nucl.Phys., 85, 305 (1966).
7. X. Малэцки, Л.Б. Пикельнер, И.М. Саламатин, Э.И. Шарапов. ЯФ, 9, вып. 6, 1119 (1969).
8. X. Малэцки, Л.Б. Пикельнер, И.М. Саламатин, Э.И. Шарапов. Советско-французский семинар по ядерным данным (Дубна, 22-24 июня 1970 года).
9. G. Rohr, H. Weigmann, J. Winter. 2nd Intern. Conf. on Nucl. Data for Reactors, CN 26/18, Helsinki, 15-19 June 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел

5 февраля 1971 года.

Таблица

Параметры нейтронных резонансов урана - 238.

$E_0$ эВ	$\Gamma_n$ мэВ	$\Gamma_f$ мэВ	$E_0$ эВ	$\Gamma_n$ мэВ	$\Gamma_f$ мэВ
66±0,1	24±1,5	25±2	621±0,9	33±10	24±3
80,7±0,1	2,2±0,2		629±0,9	7±1	
102,4±0,1	70±3	26±2	662±1	150±20	22±2
116,9±0,1	22±3	23±2	694±1	40±10	24±2
145,8±0,1	0,84±0,06		709±1	20±5	26±3
165,4±0,1	3±0,3		733±1,1	3,5±0,6	
189,5±0,2	164±5	22±2	767±1,2	7±1	
208,4±0,2	48±2	26±3	792±1,2	6±1	
237,6±0,2	27±3	26±3	822±1,3	66±16	24±3
273,9±0,25	22±3	25±3	853±1,4		26±3
291,2±0,25	16,4±2	23±2	857±1,4		25±3
311,7±0,3	0,9±0,1		869±1,4	5±2	
348,1±0,35	78±10	22±2	907±1,5	40±10	25±3
377±0,4	0,9±0,15		939±1,6	120±20	24±3
398,1±0,45	4,7±0,5		960±1,6	130±20	22±3
410,7±0,45	20±3	25±4	994±1,7		27±3
434,6±0,5	8±1		1026±2	8±2	
464,1±0,55	5±0,5		1057±2	90±30	22±3
479,4±0,6	3,5±0,5		1100±2		25±3
519±0,7	42±6	23±2	1142±2		26±3
536,2±0,7	55±15	23±2	1170±2		23±3
580,7±0,8	36±6	23±2	1179±2		22±3
594,8±0,8	93±10	24±2	1197±2		26±4